NORMA MEXICANA

NMX-I-60950-1-NYCE-2015

EQUIPOS DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN – SEGURIDAD - REQUISITOS GENERALES

INFORMATION TECHNOLOGY EQUIPMENT – SAFETY – GENERAL REQUIREMENTS

ESTA NORMA MEXICANA CANCELA A LA NORMA NMX-I-250-1997-NYCE

P R E F A C I O

1. **Esta Norma Mexicana fue elaborado en el seno del Subcomité de equipo electrónico, con la participación de las siguientes instituciones y empresas:**

   - AMPLIEQUIPOS
   - CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA, DE TELECOMUNICACIONES Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN.
   - CÁMARA NACIONAL DE MANUFACTURAS ELÉCTRICAS
   - CONSULTORÍA EN CERTIFICACIÓN Y LOGÍSTICA
   - INTERTEK COMMERCIAL & ELECTRICAL MÉXICO
   - LABORATORIO ATC
   - LABORATORIOS RADSON
   - LABOTEC
   - LG ELECTRONICS
   - QUIMICORP

2. **Por otra parte, también fue aprobada por las instituciones y empresas que a continuación se señalan y que conforman el Comité Técnico de Normalización Nacional de Electrónica y Tecnologías de la Información y Comunicación de NYCE.**

   - ASOCIACIÓN MEXICANA DE EMPRESAS DEL RAMO DE INSTALACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN, A.C.
   - ASOCIACIÓN MEXICANA DE INTERNET, A.C.
   - ASOCIACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES.
   - ASOCIACIÓN DE PERMISIONARIOS, OPERADORES Y PROVEEDORES DE LA INDUSTRIA DEL ENTRETENIMIENTO Y JUEGO DE APUESTA EN MÉXICO, A.C.
   - AUREN IBEROAMERICA S. DE R.L. DE C.V.
   - BEST PRACTICES GURUS, S.A. DE C.V.
   - CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA, DE TELECOMUNICACIONES Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- CÁMARA NACIONAL DE MANUFACTURAS ELÉCTRICAS.
- COLEGIO DE INGENIEROS EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA.
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA.
- CONSULTORÍA EN CERTIFICACIÓN Y LOGÍSTICA
- DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS
- ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN
- ERICSSON, S.A. DE C.V.
- INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.
- INSTITUTO MEXICANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN, A.C.
- INNOVACIONES TELEMÁTICAS, S.A. DE C.V.
- INTELI, S.C.
- LEGRAND S.A. DE C.V.
- ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN, S.C.
- PROCURADURÍA FEDERAL DEL CONSUMIDOR.
- REDIT.
- SIEMON.
- TELEMATICA INNOVO.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA.
- UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

3. La entrada en vigor de esta Norma Mexicana será 60 días después de la publicación de su Declaratoria de Vigencia en el Diario Oficial de la Federación

4. La declaratoria de vigencia de esta Norma Mexicana se publicó en el Diario Oficial de la Federación el: 13 de mayo de 2015.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

INDICE

		Página
0	Introducción	1
1	Generalidades	7
2	Protección contra los peligros	52
3	Cableado, conexiones y alimentación	131
4	Requisitos físicos	151
5	Requisitos eléctricos y de condiciones anormales simuladas	196
6	Conexión a redes de telecomunicación	222
7	Conexión a los sistemas de distribución por cable	228
8	Bibliografía	231
9	Concordancia con normas internacionales	232
	Apéndice A (Normativo) Pruebas de resistencia al calor y fuego	233
	Apéndice B (Normativo) Prueba de motores en condiciones anormales	237
	Apéndice C (Normativo) Transformadores	244
	Apéndice D (Normativo) Instrumentos de medida para las pruebas de corriente de contacto	248
	Apéndice E (Normativo) Calentamiento de un devanado	250
	Apéndice F (Normativo) Medición de las líneas de fuga y distancias en el aire	251

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Página

Apéndice G 259
(Normativo)
Método alternativo para la determinación de las distancias en el aire mínimas

Apéndice H 269
(Normativo)
Radiaciones ionizantes

Apéndice J 270
(Normativo)
Tabla de potenciales electroquímicos

Apéndice K 271
(Normativo)
Controles térmicos

Apéndice I 273
(Normativo)
Condiciones normales de carga para algunos tipos de equipos eléctricos de oficina

Apéndice M 275
(Normativo)
Criterios para las señales de llamada telefónica

Apéndice N 280
(Normativo)
Generadores de impulsos de prueba

Apéndice P 282
(Informativo)
Normas que complementan a esta Norma Mexicana

Apéndice Q 286
(Normativo)
Resistencias dependientes de la tensión

Apéndice R 288
(Informativo)
Ejemplos de requisitos para programas de control de calidad

Apéndice S 291
(Informativo)
Procedimiento para las pruebas de impulso

Apéndice T 293
(Normativo)
Guía para la protección contra la penetración de agua

Apéndice U 294
(Normativo)
Hilos de devanados aislados para su uso sin aislamiento intercalado

Apéndice V 299
(Informativo)
Sistemas de distribución de potencia en corriente alterna

Apéndice W 307
(Informativo)
Suma de las corrientes de contacto

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Página

Apéndice X 311
(Informativo)
Efecto de calentamiento máximo en las pruebas de transformador

Apéndice Y 313
(Normativo)
Prueba de acondicionamiento a la luz ultravioleta

Apéndice Z 314
(Informativo)
Categorías de sobretensión

Apéndice AA 316
(Normativo)
Prueba del mandril

Apéndice BB 319
(Informativo)
Cambios en la segunda edición

Apéndice CC 322
(Normativo)
Evaluación de circuitos integrados (ci) limitadores de corriente

Apéndice DD 324
(Normativo)
Requisitos para los medios de montaje de los equipos fijados en bastidor

Apéndice EE 326
(Normativo)
Trituradoras

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

NORMA MEXICANA

NMX-I -60950-1-NYCE-2015

EQUIPOS DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN – SEGURIDAD - REQUISITOS GENERALES

INFORMATION TECHNOLOGY EQUIPMENT – SAFETY – GENERAL REQUIREMENTS

0 INTRODUCCIÓN

0.1 Principios generales de seguridad

Es indispensable que los diseñadores comprendan los principios fundamentales sobre los requisitos de seguridad para que puedan diseñar equipos seguros.

Estos principios no son una alternativa a los requisitos detallados de esta Norma Mexicana, sino que tienen como objeto proporcionar a los diseñadores un conocimiento básico de los fundamentos de estos requisitos. Cuando los equipos incluyen tecnologías y materiales o métodos de construcción no cubiertos específicamente, el diseño de los equipos debe proporcionar un nivel de seguridad no inferior al descrito en estos principios de seguridad.

Los diseñadores deben tener en cuenta no sólo las condiciones normales de funcionamiento del equipo sino también las condiciones probables de falla, fallas consecuenciales, usos incorrectos previsibles e influencias externas como la temperatura, la altitud, la contaminación, la humedad, sobretensiones en la red de alimentación y sobretensiones en las *redes de telecomunicación* o en los *sistemas de distribución por cable*. El dimensionado de espacios aislados debe tenerse en cuenta para reducciones posibles con tolerancias en la fabricación, o donde las deformaciones pudieran ocurrir durante la manipulación, choque y vibración que pueden hallarse durante la fabricación, transporte y uso normal.

Deben observarse las siguientes prioridades a la hora de determinar los métodos de diseño a utilizar:

- cuando sea posible, especificar criterios de diseño que eliminen, reduzcan o protejan contra los peligros;

- cuando lo anterior no sea posible debido a que el funcionamiento del equipo se pueda ver afectado, especificar el uso de medios de protección independientes del equipo, tales como equipos de protección personal (que no se especifican en esta Norma Mexicana);

- Especificar la disposición de marcado e instrucciones referentes a riesgos residuales, cuando ninguna de las medidas anteriores o medidas adicionales a las mismas, se puedan realizar.

Hay dos tipos de personas cuya seguridad se necesita tener en cuenta, los *usuarios (operadores)* y el *personal de mantenimiento.*

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Usuario es el término aplicado a todas las personas que no son parte del *personal de mantenimiento.* Los requisitos para la protección deben asumir que los *usuarios* no están entrenados para identificar los peligros, pero no provocarán situaciones peligrosas intencionadamente. En consecuencia, los requisitos proporcionan protección para personal de limpieza y visitantes ocasionales así como a los *usuarios* propiamente dichos. En general los *usuarios* no deben tener acceso a las partes peligrosas, y para este fin, tales partes deben estar únicamente en *zonas de acceso para mantenimiento* o en equipos situados en *zonas de acceso restringido.*

Cuando los *usuarios* tengan acceso a las *zonas de acceso restringido*, deben ser informados de manera adecuada.

Se espera que el *personal de mantenimiento* use su entrenamiento y experiencia para evitar posibles lesiones a ellos mismos y a los demás debido a los peligros obvios que existen en las *zonas de acceso para mantenimiento* del equipo o en los equipos situados en las *zonas de acceso restringido*. Sin embargo, al *personal de mantenimiento* también se le debe proteger contra los peligros inesperados. Esto se puede hacer, por ejemplo, situando las partes que necesitan estar accesibles para mantenimiento lejos de los peligros mecánicos y eléctricos, instalando protecciones para evitar contactos accidentales con las partes peligrosas e instalando etiquetas o instrucciones para advertir al personal acerca de los riesgos residuales.

La información sobre los peligros potenciales puede marcarse sobre el mismo equipo o entregarse con el mismo equipo, dependiendo de la probabilidad y la importancia de las lesiones, o puesta a disposición del *personal de mantenimiento*. En general los *usuarios* no deben exponerse a peligros que sea probable que causen lesiones, y la información dada a los *usuarios* debe dirigirse principalmente a evitar el uso indebido y situaciones que sea probable que causen peligros, tales como la conexión a una fuente de alimentación incorrecta y la sustitución de fusibles por otros de tipo incorrecto.

Se considera que los *equipos móviles* tienen un riesgo de choque eléctrico ligeramente superior, debido a la posible tensión mecánica adicional del cable de alimentación que lleva a la rotura del conductor de puesta a tierra. El riesgo se incrementa con los *equipos portátiles*; el desgaste del cable es más probable y pueden originarse otros peligros si las unidades se cayeran. Los *equipos transportables* introducen un factor adicional porque se pueden usar y transportar en cualquier orientación; si un pequeño objeto metálico entra por una abertura del gabinete, puede moverse dentro del equipo, posiblemente creando un peligro.

0.2 Peligro

La aplicación de las normas de seguridad pretende reducir el riesgo de lesiones o daños debido a lo siguiente:

- choque eléctrico;
- peligros relacionados con la energía;
- fuego;
- peligros térmicos;
- peligros mecánicos;
- radiación;
- peligros químicos.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

0.2.1 Choque eléctrico

El choque eléctrico es debido al paso de corriente a través del cuerpo humano. Los efectos fisiológicos que produce dependen del valor y la duración de la corriente y del camino que ésta toma a través del cuerpo. El valor de la corriente depende de la tensión aplicada, de la impedancia de la fuente y la del cuerpo humano. La impedancia del cuerpo humano depende a su vez del área de contacto, de la humedad en el área de contacto y de la tensión y la frecuencia aplicadas. Corrientes de aproximadamente medio miliamper pueden causar una reacción en personas con buena salud y pueden causar lesiones indirectamente debido a una reacción involuntaria. Corrientes mayores pueden tener efectos más directos, tales como quemaduras, tetanización muscular que lleva a incapacidad de alejarse o fibrilación ventricular.

Tensiones constantes de hasta 42.4 V valor de cresta o 60 V en corriente continua (c.c.) generalmente no se consideran peligrosas en condiciones secas para un área de contacto equivalente a la de una mano. Las partes vivas que tengan que tocarse o manipularse deben estar a potencial de tierra o aislarse adecuadamente.

Algunos equipos se conectan a redes telefónicas y a otras redes externas. Algunas **redes de telecomunicación** funcionan con señales como la voz y la señal de llamada telefónica superpuestas a una tensión de alimentación de corriente continua permanente; la tensión total puede exceder los valores dados anteriormente para tensiones constantes. Es una práctica común para el **personal de mantenimiento** de las compañías telefónicas manipular partes de estos circuitos con las manos desnudas. Esto no ha provocado lesiones de importancia debido al uso de señales cadenciadas de llamada y a que las zonas de contacto con conductores desnudos normalmente manipuladas por el **personal de mantenimiento** están limitadas. Sin embargo, la zona de contacto de una parte accesible al *usuario* y la probabilidad de que éste toque dicha parte debe limitarse adicionalmente (por ejemplo mediante la forma y la ubicación de dicha parte).

Es normal proporcionar dos niveles de protección para los *usuarios* con el fin de evitar los choques eléctricos. Por lo tanto el funcionamiento del equipo en condiciones normales y tras una falla, incluyendo cualquier falla consecuencial, no debe provocar un peligro de choque eléctrico. Sin embargo, la utilización de medidas adicionales de protección, tales como la de puesta a tierra o el **aislamiento suplementario**, no se consideran sustitutos, ni alivio, de un ***aislamiento básico*** correctamente diseñado.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Los daños pueden ser resultado de	Ejemplos de medidas para reducir los riesgos
Contacto con partes vivas normalmente a *tensiones peligrosas.*	Evitar el acceso de los *usuarios* a las zonas con *tensiones peligrosas* mediante cubiertas fijas, *interruptores de seguridad,* etc. Descargar los capacitores accesibles que están en *tensiones peligrosas.*
La ruptura del aislamiento entre partes normalmente a *tensiones peligrosas* y partes conductoras accesibles.	Instalar un *aislamiento básico* y conectar las partes conductoras accesibles y los circuitos a tierra de manera que la exposición a la tensión que puede desarrollar queda limitada porque la protección contra sobre corrientes desconectará las partes que tienen fallas de baja impedancia durante un tiempo especificado; o instalar entre las partes una pantalla metálica conectada a tierra de protección, o un *aislamiento doble reforzado*, de manera que no sea probable la ruptura a la parte accesible.
El contacto con circuitos conectados a *redes de telecomunicación* que superan los 42.4 V de valor de cresta o los 60 V en corriente continua.	Reducir la posibilidad de acceso y el área de contacto de estos circuitos, y separarlos de las partes no puestas a tierra con acceso limitado.
Ruptura del aislamiento accesible para el *usuario.*	El aislamiento accesible para el *usuario* debe tener una resistencia mecánica y eléctrica adecuada para reducir la probabilidad de contacto con *tensiones peligrosas.*
Las *corrientes de contacto* (corrientes de fuga) que fluyen desde partes a *tensiones peligrosas* hacia partes accesibles, o la falla de una conexión de puesta a tierra de protección. La *corriente de contacto* puede incluir la corriente debida a los filtros de *CEM* conectados entre *circuitos primarios* y partes accesibles.	Limitar las *corrientes de contacto* a un valor especificado, o instalar una conexión de puesta a tierra de protección de alta integridad.

0.2.2 Peligros relacionados con la energía

Lesiones o fuego pueden ser resultado de un cortocircuito entre polos adyacentes de fuentes de energía a corriente elevada o circuitos de alta capacitancia, que causa:

- quemaduras;
- arco de tensión;
- emisiones de metal fundido.

Incluso los circuitos con tensiones seguras al contacto pueden ser peligrosas por esta razón.

Ejemplos de medidas para reducir estos riesgos son:

- la separación;
- la instalación de protecciones;
- la instalación de *interruptores de seguridad*.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

0.2.3 Fuego

Los riesgos de fuego son resultado de temperaturas excesivas tanto en condiciones normales de funcionamiento como en situación de sobrecarga, falla de componentes, ruptura del aislamiento o conexiones flojas. El fuego originado dentro del equipo no debe extenderse más allá de las inmediaciones de la fuente del fuego, ni producir deterioros a los alrededores del equipo.

Ejemplos de medidas para reducir estos riesgos son:

- la instalación de protección contra sobrecorrientes;
- la utilización de materiales de construcción con características de inflamación adecuadas;
- la selección de partes, componentes y consumibles que eviten la alta temperatura que pueden causar la ignición;
- la limitación de la cantidad de materiales combustibles utilizados;
- la instalación de protecciones o la separación de los materiales combustibles de las posibles fuentes de ignición;
- la utilización de *gabinetes* o barreras para impedir la propagación del fuego en el interior del equipo;
- la utilización de materiales adecuados para los *gabinetes* con el fin de reducir la probabilidad de la propagación del fuego al exterior del equipo.

0.2.4 Peligros térmicos

Las lesiones son resultado de altas temperaturas bajo condiciones normales de funcionamiento, causando:

- quemaduras debido al contacto con partes accesibles calientes;
- la degradación del aislamiento y de los componentes críticos para la seguridad;
- la ignición de líquidos inflamables.

Ejemplos de medidas para reducir estos riesgos son:

- evitar altas temperaturas en las partes accesibles;
- evitar temperaturas por encima del punto de ignición de los líquidos;
- la utilización de marcado para advertir a los *usuarios* en donde el acceso a las partes calientes es inevitable.

0.2.5 Peligros mecánicos

Las lesiones pueden ser resultado de:

- bordes y esquinas cortantes;
- partes móviles capaces de causar lesiones;
- inestabilidad del equipo;

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- proyección de partículas procedentes de la implosión de tubos de rayos catódicos y de la explosión de lámparas de alta presión.

Ejemplos de medidas para reducir los riesgos son:

- el redondeo de los bordes y esquinas cortantes;
- la instalación de protecciones;
- la instalación de *interruptores de seguridad*;
- la garantía de una estabilidad suficiente para los equipos independientes;
- la selección de tubos de rayos catódicos y lámparas de alta presión resistentes a la implosión y explosión respectivamente;
- la utilización de marcado para advertir a los *usuarios* del peligro existente en aquellos casos en los que el acceso es inevitable.

0.2.6 Radiación

Las lesiones para los *usuarios* y el *personal de mantenimiento* pueden ser resultado de algunas formas de radiación emitidas por el equipo. Ejemplos son frecuencias acústicas (sónicas), radiofrecuencias, radiación infrarroja, ultravioleta e ionizante, y luz visible de alta intensidad y coherente (láser).

Ejemplos de medidas para reducir estos riesgos son:

- la limitación del nivel de energía de las fuentes potenciales de radiación;
- el apantallamiento de las fuentes de radiación;
- la instalación de *interruptores de seguridad*;
- la utilización de marcado para advertir a los *usuarios* del peligro existente en aquellos casos en los que la exposición a la radiación es inevitable.

0.2.7 Peligros químicos

Las lesiones pueden ser resultado del contacto con algunas sustancias químicas o de la inhalación de sus vapores y gases.

Ejemplos de medidas para reducir los riesgos son:

- evitar el uso de materiales de construcción y consumibles que sea probable que causen lesiones por contacto o inhalación durante las condiciones normales y condiciones previstas de utilización;
- evitar situaciones que puedan provocar fugas o vaporización;
- utilizar marcado para advertir a los *usuarios* acerca de los peligros.

0.3 Materiales y componentes

Los materiales y componentes utilizados en la fabricación de los equipos deben seleccionarse y disponerse de forma que pueda esperarse que funcionen de manera confiable durante toda la vida del equipo sin que provoquen peligros y además que no contribuyan significativamente al desarrollo de un peligro de incendio. Los componentes deben seleccionarse de forma que se mantengan dentro de los límites de funcionamiento

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

especificados por el fabricante bajo condiciones normales de utilización y además no creen peligros en las condiciones de falla.

1 GENERALIDADES

1.1 Objetivo y campo de aplicación

1.1.1 Equipos cubiertos por esta Norma Mexicana

Esta Norma mexicana se aplica a los equipos de tecnologías de la información alimentados por la red eléctrica o mediante baterías, incluidos los equipos de oficina eléctricos y los equipos asociados, con una *tensión nominal* máxima de 600 V. Esta Norma Mexicana aplica a equipos de tecnologías de la información que opere en tensiones monofásicas de alimentación de 100 V a 277 V c.a. y 50 Hz o 60 Hz y/o tensiones trifásicas de 173 V c.a. a 480 V c.a. entre líneas y 50 Hz o 60 Hz.

Esta Norma Mexicana se aplica también a aquellos equipos de tecnologías de la información:

- diseñados para utilizarse como equipos terminales de telecomunicaciones y equipos de infraestructura de *redes de telecomunicación*, cualquiera que sea la fuente de alimentación utilizada;

- diseñados y previstos para conectarse directamente a, o para utilizarse como equipos de infraestructura en, un *sistema de distribución por cable*, cualquiera que sea la fuente de alimentación utilizada;

- diseñados para utilizar la *red de alimentación en corriente alterna* (c.a.) como medio de transmisión de comunicaciones (véase la nota del capítulo 6 y la nota del inciso 7.1).

Esta Norma Mexicana también es aplicable a componentes y subconjuntos previstos para la incorporación en equipos de tecnologías de la información. No se espera que estos componentes y subconjuntos cumplan con cada aspecto de la Norma Mexicana, ya que el equipo de tecnologías de la información completo, que incorpora tales componentes y subconjuntos, lo cumple.

NOTA: Ejemplos de aspectos en que los componentes y subconjuntos no instalados pueden no cumplir incluyen el marcado de las características nominales y el acceso a partes peligrosas.

NOTA: Esta Norma Mexicana puede aplicarse a las partes electrónicas de equipos incluso si esos equipos no entran completamente en el objetivo y campo de aplicación de esta Norma Mexicana, por ejemplo sistemas de aire acondicionado a gran escala, sistemas de detección de fuego y sistemas de extinción de fuego. Pueden ser necesarios diferentes requisitos para ciertas aplicaciones.

Esta Norma Mexicana especifica los requisitos previstos para reducir los riesgos de fuego, choque eléctrico o lesiones para el *operador* y el personal no especializado que puede entrar en contacto con el equipo y cuando se establezca específicamente, para *personal de mantenimiento.*

Esta Norma Mexicana pretende reducir aquellos riesgos referentes al equipo instalado, tanto si consiste en un sistema de unidades interconectadas como si se trata de unidades independientes, con el equipo supeditado a la instalación, el funcionamiento y el mantenimiento según la prescripción del fabricante.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Ejemplos de equipos incluidos en el campo de aplicación de esta Norma Mexicana son:

Tipo genérico de producto	Ejemplos específicos para un tipo genérico
Equipos bancarios	Máquinas para manejo de dinero incluyendo cajeros automáticos (ATM, Automated Teller Machines)
Máquinas de procesamiento de textos y de datos y equipos asociados	Equipos de preparación de datos, equipos de procesamiento de datos, equipos de almacenamiento de datos, computadoras personales, trazadores (plotters), impresoras, escáneres, equipos de procesamiento de textos, unidades de visualización.
Equipos de redes de datos	Bridges, equipos de terminación de circuitos de datos, equipos terminales de datos, ruteadores.
Equipos eléctricos y electrónicos de venta al por menor	Cajas registradoras, terminales de punto de venta incluyendo las balanzas electrónicas asociadas.
Máquinas eléctricas y electrónicas de oficina	Calculadoras, fotocopiadoras, equipos de dictado, máquinas para la destrucción de documentos, duplicadoras, borradoras, equipos de oficina micrográficos, archivadores a motor, perforadores de papel (taladradoras, cortadoras, separadoras), máquinas para ordenar papeles por movimiento, sacapuntas, engrapadoras, máquinas de escribir.
Otros equipos de tecnologías de la información	Equipos de fotoimpresión, terminales públicas de información, equipos multimedia.
Equipos para el servicio postal	Máquinas de tratamiento del correo, máquinas de franqueo
Equipos de infraestructura de redes de telecomunicación	Equipos de facturación, multiplexores, equipos de alimentación de red, equipos terminales de redes, radio bases, repetidoras, equipos de transmisión, equipos de conmutación de telecomunicación.
Equipos terminales de telecomunicación	Equipos de facsímil (fax), sistemas telefónicos básicos (KTS), módems, PABX, buscapersonas, contestadores telefónicos, teléfonos (alámbricos e inalámbricos)

NOTA: Pueden igualmente utilizarse los requisitos de la Norma Mexicana NMX-I-062-NYCE para satisfacer los requisitos de seguridad de los equipos multimedia.

Esta lista no pretende ser exhaustiva y los equipos que no están enumerados no están necesariamente excluidos del campo de aplicación.

Los equipos que cumplan con los requisitos aplicables de esta Norma Mexicana se consideran apropiados para su uso con equipos de control de proceso, equipos de prueba automático y sistemas similares que requieren dispositivos de tratamiento de información. Sin embargo, esta Norma Mexicana no incluye requisitos sobre la aptitud a la función o características de funcionamiento del equipo.

1.1.2 Requisitos adicionales

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Pueden ser necesarios requisitos específicos particulares adicionales a los especificados en esta Norma Mexicana para:

- equipos destinados a funcionar en ambientes especiales (por ejemplo: temperaturas extremas, exceso de polvo, humedad o vibración, gases inflamables y atmósferas corrosivas o explosivas);
- aplicaciones electromédicas con conexiones físicas al paciente;
- equipos destinados a utilizarse en vehículos, a bordo de barcos o aviones, en países tropicales, o a altitudes superiores a 2 000 m;
- equipos destinados a utilizarse en lugares donde la penetración de agua en ellos sea posible: para guía sobre estos requisitos y las pruebas aplicabes, véase el apéndice T.

NOTAS:

1) En México se requiere que los equipos destinados a utilizarse en lugares donde la penetración de agua en ellos sea posible cumplan con los requisitos indicados en el apéndice T.

2) Es importante tener en cuenta que las autoridades de algunos países imponen requisitos adicionales.

1.1.3 Exclusiones

Esta Norma Mexicana no se aplica a:

- los sistemas de alimentación que no son parte integral del equipo, tales como motogeneradores, sistemas de respaldo por batería (en inglés, *battery backup systems*) sistemas electrónicos de energía ininterrumpida (UPS por sus siglas en inglés), reguladores automáticos de tensión y transformadores;

- el cableado de la instalación eléctrica de los edificios;

- los dispositivos que no requieren alimentación eléctrica.

1.1.4 Referencias

Para la correcta aplicación de esta Norma Mexicana, se requiere consultar las siguientes normas vigentes o las que las sustituyan:

NMX-I-062-NYCE-2002	Aparatos electrónicos - Audio/video e instrumentos musicales para uso doméstico, comercial y aparatos similares - Requisitos de seguridad.
NMX-I-252/01-NYCE-2001	Electrónica – Componentes – Condensadores fijos utilizados en los equipos electrónicos – Condensadores fijos para la supresión de interferencia electromagnética y conexión a las fuentes de alimentación.
NMX-J-565/11-10-ANCE-2011	Prueba de riesgo de incendio - Prueba de flama vertical y prueba de flama horizontal.
NMX-I-60068-2-78-NYCE-2011	Electrónica - Pruebas ambientales parte 2-78: Pruebas -

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

	Prueba Cab: Calor húmedo, prueba continua. (CANCELA A LA NMX-I-007/2-12-NYCE-2008).
NMX-J-597/1-ANCE-2007	Coordinación de aislamiento para los equipos en sistemas de baja tensión - Parte 1: Principios, requisitos y pruebas.
NMX-I-61032-NYCE-2009	Electrónica – Seguridad protección de personas y materiales proporcionada por las envolventes - Calibres de prueba para la verificación.
NMX-J-591/1-ANCE-2007	Dispositivos eléctricos de control automático para uso doméstico y similar parte 1: Requisitos generales.
NMX-J-577/1-ANCE-2006	Interruptores para aparatos electrodomésticos - Parte 1: Requisitos generales.
NMX-J-597/4-ANCE-2012	Coordinación de aislamiento para equipo en sistemas de baja tensión – Parte 4: Consideración de esfuerzo por tensión de alta frecuencia.
NMX-J-574-ANCE-2005	Método para determinar los índices de prueba y de resistencia a la formación de caminos conductores en materiales aislantes sólidos.
NMX-H-050-1996	Industria Siderúrgica - Roscas métricas ISO - Selección de dimensiones para tornillos y tuercas de 1 mm a 39 mm de diámetro – Especificaciones.
NMX-J-538/1-ANCE-2005	Productos de distribución y de control de baja tensión - Parte 1: Reglas generales.
NMX-J-565/10-3-ANCE-2011	Pruebas de peligro por incendio – Parte 10-3: Calor anormal – Alivio de tensión de deformación del molde de prueba.
NMX-I-032-NYCE-2009	Productos electrónicos – Tubos de rayos catódicos protegidos intrínsecamente contra implosión requisitos de seguridad y métodos de prueba.
NMX-I-271-01-NYCE-2008	Electrónica - Seguridad de los productos láser - Parte 01: Clasificación de los equipos y requisitos.
NMX-J-640-ANCE-2010	Aislamientos eléctricos - Designación y evaluación térmica.
NMX-J-565/10-2-ANCE-2008	Pruebas de riesgo de incendio parte 10-2: Calor anormal - Prueba de esfera de presión.
NMX-J-565/11-5-ANCE-2009	Pruebas de riesgo de incendio parte 11-5: Flamas de prueba – Método de prueba de flama de aguja – Aparato, dispositivo de prueba de verificación y guía.
NMX-J-565/2-11-ANCE-2005	Prueba de riesgo de incendio - Parte 2-11: Métodos de

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

	prueba basados en hilo incandescente/caliente - Método de prueba de inflamabilidad de hilo incandescente para productos finales.
NMX-J-565/3-ANCE-2006	Requisitos de seguridad - Inflamabilidad de materiales plásticos para partes en dispositivos y aparatos - Métodos de prueba.
NMX-J-529-ANCE-2012	Grados de protección proporcionados por los envolventes (código IP).

1.2 Definiciones

Para el propósito de esta Norma Mexicana se aplican las siguientes definiciones. Cuando se utilizan los términos ”tensión” y ”corriente” se refieren a los valores eficaces, a menos que se especifique lo contrario.

Definiciones por orden alfabético según los nombres:

1.2.9.2 Aislamiento básico

Aislamiento que proporciona protección básica contra los choques eléctricos.

1.2.9.4 Aislamiento doble

Aislamiento formado por el **Aislamiento básico** y el **Aislamiento suplementario**.

1.2.9.1 Aislamiento funcional

Aislamiento necesario solamente para el correcto funcionamiento del equipo.

NOTA: El **Aislamiento Funcional**, por definición, no protege contra los choques eléctricos. Puede, sin embargo, reducir la probabilidad de ignición y fuego.

1.2.9.5 Aislamiento reforzado

Sistema de aislamiento único que proporciona un grado de protección contra los choques eléctricos equivalente al **Aislamiento Doble** según las condiciones especificadas en esta Norma mexicana.

NOTA: El término “sistema de aislamiento” no implica que el aislamiento tenga que estar compuesto por una sola pieza homogénea. Puede estar constituido por diferentes capas que no pueden probarse como si fuera **Aislamiento Básico** o **Suplementario**.

1.2.10.4 Aislamiento sólido

Material que proporciona aislamiento eléctrico entre dos superficies opuestas, no a lo largo de una superficie exterior.

NOTA: Las propiedades requeridas de **Aislamiento Sólido** se especifican como:

– la distancia mínima real a través del aislamiento (véase 2.10.5.2, Distancias a través del aislamiento), o por

– otros requisitos y pruebas de esta Norma Mexicana en lugar de una distancia mínima.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

1.2.9.3 Aislamiento Suplementario

Aislamiento independiente aplicado además del **Aislamiento Básico** para reducir el riesgo de choque eléctrico en caso de una falla en el **Aislamiento Básico**.

1.2.5.5 Cable De Alimentación Desmontable

Cable flexible para alimentación destinado a conectarse al equipo mediante un conector adecuado.

1.2.5.6 Cable De Alimentación No Desmontable

Cable flexible para alimentación fija al equipo o montado sobre él.

Este cable puede ser:

Ordinario: cable flexible que puede reemplazarse fácilmente, sin una preparación especial del cable, ni **Herramientas** especiales, o

Especial: cable flexible especialmente preparado o que requiere de **Herramientas** especialmente diseñadas para su reemplazo, o que no puede reemplazarse sin causar deterioro al equipo.

El término "especialmente preparado" incluye la instalación de un dispositivo de guarda que forma parte del cable, zapatas, la formación de ojales, etc., pero no el dar una forma diferente al conductor antes de su introducción en una terminal o el retorcer el final de un conductor trenzado para darle consistencia**.**

1.2.11.6 Cable De Interconexión

Cable que se utiliza para:

- conectar eléctricamente un accesorio a una unidad de un equipo de tecnologías de la información;
- interconectar las unidades de un sistema; o
- conectar una unidad a una **Red de Telecomunicación** o a un **Sistema de Distribución por Cable.**

Dicho cable puede transportar cualquier tipo de circuito de una unidad a otra.

NOTA: Un cable de alimentación para la conexión a la **Red de Alimentación** no es un **Cable de Interconexión**.

1.2.13.17 Características Nominales de la Corriente de Protección

Características nominales de un dispositivo de protección contra sobre corrientes que es conocido o que está en situación de proteger un circuito.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

NOTA: Las reglas para determinar el valor de las **Características Nominales de la Corriente de Protección** están indicadas en el inciso **2.6.3.3**

1.2.2.1 Carga Normal

Modo de funcionamiento utilizado para fines de prueba que representa lo más aproximadamente posible a las condiciones más severas de funcionamiento normal que pueden ser razonablemente esperadas.

Si las condiciones de uso reales pueden ser obviamente más severas que las condiciones de carga máximas recomendadas por el fabricante, incluyendo el **Tiempo de Funcionamiento Asignado** y el **Tiempo de Reposo Asignado**, se utiliza un modo de funcionamiento representativo de esas condiciones más severas.

NOTA: Las condiciones de **Carga Normal** para algunos tipos de equipos se dan en el apéndice L.

1.2.8.9 Circuito para limitar la corriente

Circuito que está diseñado y protegido de manera que, en condiciones normales de funcionamiento y en condiciones de falla, la corriente que puede extraerse no es peligrosa.

NOTA: Los valores límite de corriente en condiciones normales de funcionamiento y en condiciones de falla (véase el inciso **1.4.14 Fallas simuladas y condiciones anormales**) son los especificados en el inciso **2.4 Circuitos para limitar la corriente**.

1.2.8.7 Circuito de muy baja tensión o circuito MBT (ELV por sus siglas en inglés)

Circuito Secundario con tensiones entre conductores cualesquiera del circuito, y entre cualquier conductor y la tierra (véase el inciso **1.4.9 Medición de la tensión a tierra**) no superiores a 42.4 V de cresta, o 60 V de corriente continua, en condiciones normales de funcionamiento, que está separado de las **Tensiones Peligrosas** mediante un **Aislamiento Básico**, y que no cumple todos los requisitos de un circuito **MBTS** ni todos los de un **Circuito para limitar la corriente**.

1.2.8.8 Circuito de muy baja tensión de seguridad o circuito MBT (SELV por sus siglas en inglés)

Circuito Secundario que está diseñado y protegido de forma que en condiciones normales de funcionamiento y en condiciones de falla sus tensiones no sobrepasan un valor seguro.

NOTA: Los valores límite de tensión en condiciones normales de funcionamiento y en condiciones de falla (véase el inciso **1.4.14**) son los especificados en el inciso **2.2**. Véase también la tabla 1A.

1.2.8.4 Circuito Primario

Circuito que está conectado directamente a **La Red de Alimentación en Corriente Alterna.**

Incluye, por ejemplo, los medios de conexión a la **Red De Alimentación En Corriente Alterna**, los devanados primarios de los transformadores, motores u otros dispositivos de carga.

NOTA: Las partes conductoras de un **Cable de Interconexión** pueden ser parte de un **Circuito Primario** como se establece en el inciso **1.2.11.6**.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

1.2.8.5 Circuito Secundario

Circuito que no tiene conexión directa con el **Circuito Primario** y su alimentación proviene de un transformador, un convertidor o un aparato de aislamiento similar, o de una batería.

NOTA: Las partes conductoras de un **Cable de Interconexión** pueden ser parte de un **Circuito Secundario** como se establece en el inciso **1.2.11.6.**

1.2.8.11 Circuito de tensión de la red telefónica o circuito TNV (TNV por sus siglas en inglés)

Circuito instalado en el equipo con un área de contacto accesible limitada y que está diseñado y protegido de manera que, en condiciones normales de funcionamiento y en condiciones de falla (véase el inciso **1.4.14 Fallas simuladas y condiciones anormales**), las tensiones no sobrepasan los valores límite especificados.

Se considera que un **Circuito TNV** es un **Circuito Secundario** en el sentido de esta Norma Mexicana.

NOTAS:

1) Los valores límite de tensión especificados en condiciones normales de funcionamiento y en condiciones de falla (véase el inciso **1.4.14**) se dan en el inciso **2.3.1**. Los requisitos concernientes a la accesibilidad de los *circuitos TNV* se dan en el inciso **2.1.1.1**.

2) Las partes conductoras de un *cable de interconexión* pueden ser parte de un *circuito TNV* tal y como se establece en el inciso **1.2.11.6**.

Los **circuitos TNV** se clasifican como **circuitos TNV-1, TNV-2 y TNV-3** según se define en los incisos **1.2.8.12, 1.2.8.13 y 1.2.8.14.**

NOTA: Las relaciones de tensión entre **circuitos MBTS** y los **circuitos TNV** se muestran en la tabla 1A.

TABLA 1A.- Intervalos de tensión de los circuitos MBTS y TNV

		Tensiones de funcionamiento normal	
¿Son posibles las sobretensiones desde las REDES DE TELECOMUNICACIÓN?	**¿Son posibles las sobretensiones desde los SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN POR CABLE?**	**Dentro de los límites de los CIRCUITOS MBTS**	**Superiores a los límites de los CIRCUITOS MBTS pero dentro de los límites de los CIRCUITOS TNV**
Si	Si	CIRCUITO TNV-1	CIRCUITO TNV-3
No	No aplicable	CIRCUITO MBTS	CIRCUITO TNV-2

1.2.8.12 Circuito TNV-1

Circuito TNV que cumple las siguientes condiciones:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- en condiciones normales de funcionamiento sus tensiones normales de funcionamiento no superan los límites correspondientes a un **circuito MBTS**; y

- las sobretensiones desde las **Redes de Telecomunicación** y desde los **Sistemas de Distribución por Cable** son posibles.

1.2.8.13 Circuito TNV-2

Circuito TNV que cumple las siguientes condiciones:

- en condiciones normales de funcionamiento sus tensiones normales de funcionamiento superan los límites correspondientes a un **circuito MBTS**; y

- no está sometido a sobretensiones desde las **Redes de Telecomunicación**.

1.2.8.14 Circuito TNV-3

Circuito TNV que cumple las siguientes condiciones:

- en condiciones normales de funcionamiento sus tensiones normales de funcionamiento superan los límites correspondientes a un **circuito MBTS**; y

- las sobretensiones desde las **Redes de Telecomunicación** y desde los **Sistemas de Distribución por Cable** son posibles.

1.2.12.1 Clasificación de los Materiales según su Inflamabilidad

Reconocimiento del modo de quemarse de los materiales y su capacidad para extinguir el fuego cuando se inflaman.

Los materiales se clasifican como en los incisos 1.2.12.2 a 1.2.12.14 cuando se prueban de acuerdo con la NMX-J-565/11-10-ANCE o las especificadas en los incisos P.3, P.4, P.5 del apéndice P.

NOTAS:

1) Cuando se aplican los requisitos de esta Norma Mexicana, los **materiales de espuma de clase HF-1** se consideran mejores que los de **clase HF-2** y los de **clase HF-2** mejores que los de **clase HBF**.

2) De forma similar, otros **materiales de clase 5VA** se consideran mejores que los de **clase 5VB**, los de **clase 5VB** mejores que los de **clase V-0**, los de **clase V-0** mejores que los de **clase V-1**, los de **clase V-1** mejores que los de **clase V-2**, los de **clase V-2** mejores que los de **clase HB40** y los de **clase HB40** mejores que los de **clase HB75**.

3) De forma similar, otros **materiales de clase VTM-0** se consideran mejores que los de **clase VTM-1** y los de **clase VTM-1** mejores que los de **clase VTM-2**.

~~4)~~ Los **materiales de clase VTM-0, VTM-1 y VTM-2** se consideran equivalentes a los **materiales de clase V-0, V-1 y V-2,** respectivamente, pero sólo por sus propiedades de inflamabilidad. Sus propiedades eléctricas y mecánicas no son necesariamente equivalentes.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

5) Ciertas clases de inflamabilidad reemplazan las clases utilizadas en ediciones precedentes de esta Norma Mexicana. La equivalencia entre las clases antiguas y las nuevas clases se muestran en la tabla 1B.

TABLA 1B.– Equivalencia de las Clases de inflamabilidad

Clase antigua	Nueva Clase	Equivalencia
–	5 VA (inciso 1.2.12.5)	La clase 5VA no se requiere en esta Norma Mexicana.
5V	5VB (inciso 1.2.12.6)	Los materiales que satisfagan las pruebas para la clase 5V del capítulo A.9 de ediciones precedentes de esta Norma Mexicana son equivalentes o mejores que los de la clase 5VB.
HB	HB40 (inciso 1.2.12.10)	Las muestras de materiales de un espesor de 3 mm que satisfagan las pruebas del capítulo A.8 de ediciones precedentes de esta Norma Mexicana (propagación máxima de la flama de 40 mm/min durante la prueba) son equivalentes a la clase HB40.
	HB75 (inciso 1.2.12.11)	Las muestras de materiales de un espesor inferior a 3 mm que satisfagan las pruebas del capítulo A.8 de ediciones precedentes de esta Norma Mexicana (propagación máxima de la flama de 75 mm/min durante la prueba) son equivalentes a la clase HB75.

1.2.13.11 Conductor de enlace de protección

Conductor del equipo, o una combinación de partes conductoras del equipo, que conecta a una terminal principal de puesta a tierra de protección a una parte del equipo que se requiere poner a tierra por razones de seguridad.

1.2.13.10 Conductor de puesta a tierra de protección

Conductor del cableado de la instalación del edificio, o del cable de la alimentación eléctrica, que conecta a una terminal principal de la puesta a tierra de protección del equipo a un punto de tierra de la instalación del edificio.

NOTA: En algunos países, el término **conductor de tierra** se utiliza en lugar del de **Conductor de puesta a tierra de protección**.

1.2.1.3 Corriente nominal

Corriente de entrada del equipo declarada por el fabricante.

1.2.13.12 Corriente de contacto

Corriente eléctrica a través del cuerpo humano cuando éste toca una o más partes accesibles.

1.2.13.13 Corriente a través del conductor de protección

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Corriente que circula a través del **Conductor de puesta a tierra de protección** en condiciones normales de funcionamiento.

NOTA: La **Corriente a través del conductor de protección** se incluyó previamente en el término **corriente de fuga**.

1.2.7.5 Cuerpo

Todas las partes conductoras accesibles, los ejes de las manijas, manijas, agarraderas y similares y las hojas metálicas en contacto con todas las superficies accesibles de material aislante.

1.2.10.1 Distancia en el aire (espacio libre)

Distancia más corta entre dos partes conductoras o entre una parte conductora y la **Superficie frontera** del equipo, medida a través del aire.

1.2.11.3 Interruptor térmico

Dispositivo de control termosensible destinado a funcionar en condiciones anormales de funcionamiento y que no está provisto de ningún sistema para que el **Operador** modifique el ajuste de temperatura.

NOTA: Un **Interruptor térmico** puede ser de restablecimiento automático o manual.

1.2.11.4 Interruptor térmico de restablecimiento automático

Interruptor térmico que restaura automáticamente la corriente después de que la parte aplicable del equipo se ha enfriado lo suficiente.

1.2.11.5 Interruptor térmico de restablecimiento manual

Interruptor térmico que requiere de una restauración a mano o de la sustitución de una parte para restaurar la corriente.

1.2.7.6 Interruptor de seguridad

Medio para impedir el acceso a zonas peligrosas hasta la eliminación del peligro, o para suprimir automáticamente la condición de peligro cuando se accede.

1.2.13.2 Prueba por muestreo

Prueba sobre un número de muestras tomadas aleatoriamente de un lote.

1.2.13.1 Prueba de tipo

Prueba que se lleva a cabo sobre una muestra representativa del equipo con objeto de determinar si el equipo, tal como se ha diseñado y fabricado, cumple con los requisitos de esta Norma Mexicana.

1.2.13.3 Prueba de rutina

Prueba a la que se somete cada muestra individual durante la fabricación o después de ella para verificar que cumple con criterios determinados.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

1.2.6.1 Gabinete

Parte del equipo que proporciona una o más de las funciones descritas en los incisos **1.2.6.2, 1.2.6.3 ó 1.2.6.4.**

NOTA: Un tipo de **Gabinete** puede estar dentro de un **Gabinete** de otro tipo (por ejemplo un **Gabinete eléctrico** dentro de un gabinete **contra el fuego** o un gabinete **contra el fuego** dentro de un gabinete **eléctrico**). También, un solo **Gabinete** puede proporcionar las funciones de más de un tipo distinto (por ejemplo, aquellas que son **Gabinetes eléctricos** y **Contra el fuego** a la vez).

1.2.6.4 Gabinete eléctrico

Parte del equipo destinado a limitar el acceso a partes que pueden estar a **Tensiones peligrosas** o a **Niveles de energía peligrosos** o están en **Circuitos TNV.**

1.2.6.2 Gabinete contra el fuego

Parte del equipo destinado a minimizar la propagación del fuego o las flamas desde el interior.

1.2.6.3 Gabinete mecánico

Parte del equipo destinado a reducir el riesgo de lesiones debido a peligros mecánicos u otros peligros físicos.

1.2.4.1 Equipo de clase I

Equipo en el que la protección contra choques eléctricos se consigue:

– utilizando **Aislamiento básico**, y

– ofreciendo un medio de conexión al **Conductor de puesta a tierra de protección** en el cableado del edificio de aquellas partes conductoras capaces de alcanzar **Tensiones peligrosas** cuando falla el **Aislamiento básico**.

NOTA: Los equipos de clase I pueden tener partes con aislamiento doble o reforzado.

1.2.4.2 Equipo de clase II

Equipo en el que la protección contra choques eléctricos no se confía a un **aislamiento básico** solamente, sino que se utilizan medidas de seguridad adicionales, como son el **aislamiento doble o reforzado**, independientemente de que exista puesta a tierra de protección.

1.2.4.3 Equipo de Clase III

Equipo en el que la protección contra choques eléctricos se confía a su alimentación desde **Circuitos MBTS** en los que no se generan **Tensiones peligrosas**.

NOTA: Aunque no haya requisitos para la protección contra choques eléctricos, para los **equipos de clase III**, se aplican todos los demás requisitos de esta Norma Mexicana**.**

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

1.2.5.3 Equipo alimentado por toma de corriente

Puede ser un **equipo alimentado por toma de corriente Tipo A** o un **equipo alimentado por toma de corriente Tipo B**.

1.2.5.1 Equipo alimentado por toma de corriente Tipo A

Equipo destinado a conectarse a una **Red de alimentación** mediante una clavija no industrial y una toma de corriente o un conector de aparato no industrial, o mediante ambos.

1.2.5.2 Equipo alimentado por toma de corriente Tipo B:

Equipo destinado a conectarse a una **Red de alimentación** mediante una clavija industrial y una toma de corriente o un conector de aparato, o mediante ambos, conformes con la norma indicada en el inciso P.20 del apéndice P.

1.2.5.4 Equipo conectado permanentemente

Equipo destinado a conectarse al cableado de la instalación eléctrica del edificio mediante terminales de tornillo u otro medio confiable.

1.2.3.6 Equipo conectado directamente a la red de alimentación

Equipo diseñado para utilizarse sin cable de alimentación; la conexión a la alimentación es parte integral del **gabinete** del equipo de forma que el peso del equipo lo soporta la toma de corriente.

1.2.3.4 Equipo fijo

Equipo que no es un **equipo móvil.**

1.2.3.1 Equipo móvil

Equipo que:

– tiene una masa inferior o igual a 18 kg y no está fijo, o

– tiene ruedas, ruedecillas u otros medios que permiten su movimiento por el **Operador** tal y como se requiere para llevar a cabo la función para la que se ha diseñado.

1.2.3.2 Equipo portátil

Equipo móvil, o una parte de cualquier clase de equipo, previsto para sostenerlo en la mano durante su utilización normal.

1.2.3.5 Equipo para empotrar

Equipo diseñado para su instalación en un lugar previsto para tal efecto, tal como una pared o situación similar.

NOTA: En general el **equipo para empotrar** no tiene un gabinete por todos sus lados, ya que algunos de los lados estarán protegidos después de la instalación.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

1.2.3.3 Equipo transportable

Equipo móvil previsto para ser transportado de manera habitual por el **usuario**.

NOTA: Ejemplos de estos equipos son las computadoras personales portátiles, agendas electrónicas con lápiz, y sus accesorios portátiles como impresoras y lectores de CD-ROM.

1.2.13.15 Gasa

Paño de algodón blanqueado de aproximadamente 40 g/m^2.

1.2.1.4 Frecuencia nominal

Frecuencia de alimentación declarada por el fabricante

1.2.7.4 Herramienta

Un destornillador o cualquier otro objeto que puede utilizarse para destornillar, abrir un pestillo o retirar un medio similar de fijación.

1.2.1.5 Intervalo de frecuencias nominales

Intervalo de frecuencias de alimentación declaradas por el fabricante, expresado por las **frecuencias nominales** inferior y superior

1.2.1.2 Intervalo de tensiones nominales

Intervalo de tensiones de alimentación declarado por el fabricante, expresado por las **tensiones nominales** inferior y superior.

1.2.11.2 Limitador de temperatura

Dispositivo de control termosensible destinado a mantener la temperatura por debajo o por encima de un valor determinado en condiciones normales de funcionamiento y que puede estar equipado de algún sistema para su configuración por el **operador**.

NOTA: Un **limitador de temperatura** puede ser de restablecimiento automático o manual.

1.2.12.15 Límite de explosión

Menor concentración de un material combustible en una mezcla que contiene algo de lo siguiente: gases, vapores, nieblas o polvo, en el que una flama se puede propagar tras la retirada de la fuente de ignición.

1.2.10.2 Línea de fuga

Camino más corto entre dos partes conductoras, o entre una parte conductora y la **superficie frontera** del equipo, medida a lo largo de la superficie del aislamiento.

1.2.12.5 Material de clase 5VA

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Material probado con el espesor significativo más delgado utilizado y clasificado 5VA de acuerdo a la norma especificada en el inciso P.3 del apéndice P.

1.2.12.6 Material de clase 5VB

Material probado con el espesor significativo más delgado utilizado y clasificado 5VB de acuerdo a la norma especificada en el inciso P.3 del apéndice P.

1.2.12.10 Material de clase HB40

Material probado con el espesor significativo más delgado utilizado y clasificado HB40 de acuerdo a la NMX-J-565/11-10-ANCE.

1.2.12.11 Material de clase HB75

Material probado con el espesor significativo más delgado utilizado y clasificado HB75 de acuerdo a la NMX-J-565/11-10-ANCE.

1.2.12.2 Material de clase V-0

Material probado con el espesor significativo más delgado utilizado y clasificado V-0 de acuerdo a la NMX-J-565/11-10-ANCE.

1.2.12.3 Material de clase V-1

Material probado con el espesor significativo más delgado utilizado y clasificado V-1 de acuerdo a la NMX-J-565/11-10-ANCE.

1.2.12.4 Material de clase V-2

Material probado con el espesor significativo más delgado utilizado y clasificado V-2 de acuerdo a la NMX-J-565/11-10-ANCE.

1.2.12.12 Material de clase VTM-0

Material probado con el espesor significativo más delgado utilizado y clasificado VTM-0 de acuerdo a la norma especificada en el inciso P.5 del apéndice P.

1.2.12.13 Material de clase VTM-1

Material probado con el espesor significativo más delgado utilizado y clasificado VTM-1 de acuerdo a la norma especificada en el inciso P.5 del apéndice P.

1.2.12.14 Material de clase VTM-2

Material probado con el espesor significativo más delgado utilizado y clasificado VTM-2 de acuerdo a la norma especificada en el inciso P.5 del apéndice P.

1.2.12.9 Material de espuma de clase HBF

Material de espuma probado con el espesor significativo más delgado utilizado y clasificado HBF de acuerdo a la norma especificada en el inciso P.4 del apéndice P.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

1.2.12.7 Material de espuma de clase HF-1

Material de espuma probado con el espesor significativo más delgado utilizado y clasificado HF-1 de acuerdo a la norma especificada en el inciso P.4 del apéndice P.

1.2.12.8 Material de espuma clase HF-2

Material de espuma probado con el espesor significativo más delgado utilizado y clasificado HF-2 de acuerdo a la norma especificada en el inciso P.4 del apéndice P.

1.2.8.10 Nivel de energía peligroso

Nivel de potencia disponible de 240 VA o más con una duración de 60 s o más, o nivel de energía, almacenado igual o superior a 20 J (por ejemplo, de uno o más capacitores) a un potencial igual o superior a 2 V.

1.2.13.7 Operador

Véase **usuario** (inciso 1.2.13.6)

1.2.13.16 Pañuelo de papel (tissue)

Papel de seda ligero, suave y resistente, de un gramaje generalmente entre 12 g/m^2 y 30 g/m^2, previsto principalmente para el embalaje de protección de artículos delicados y para envoltorios de regalo.

1.2.6.5 Parte decorativa

Parte del equipo, situada fuera del gabinete**,** que no tiene funciones de seguridad.

1.2.13.5 Personal de mantenimiento

Persona que tiene el entrenamiento técnico apropiado y la experiencia necesaria para ser consciente de los peligros a los que puede estar expuesto al llevar a cabo una tarea determinada y las medidas para minimizar los riesgos para él y para otras personas.

1.2.13.9 Puesta a tierra funcional

Puesta a tierra de un punto de un equipo o sistema, que es necesaria para algún propósito además del de la seguridad.

1.2.8.3 Red de alimentación

Un sistema de distribución de potencia que es una **red de alimentación en corriente alterna** o una **red alimentación en corriente continua**.

1.2.8.1 Red de alimentación en corriente alterna

Sistema de distribución de potencia en corriente alterna externo al equipo para dar alimentación a un equipo que funciona en corriente alterna.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

1.2.8.2 Red de alimentación en corriente continua

Un sistema de distribución de potencia en corriente continua con o sin baterías, externo al equipo, para suministrar energía a un equipo alimentado por corriente continua, excluyendo:

- una fuente de corriente continua que suministre energía a través del cableado de la **red de telecomunicación** a un equipo remoto;
- una fuente de potencia limitada (véase el inciso 2.5) donde la tensión a circuito abierto es inferior o igual a 42.4 V en corriente continua;
- una fuente de corriente continua donde la tensión a circuito abierto es mayor de 42.4 V en corriente continua e inferior o igual a 60 V en corriente continua y donde la potencia de salida disponible es inferior a 240 VA.

Los circuitos conectados a la **red de alimentación en corriente continua** se consideran como **circuitos secundarios** en el sentido de esta Norma Mexicana (por ejemplo, un **circuito MBTS**, un **circuito TNV** o un **circuito secundario de tensión peligrosa**).

NOTA: Véase la Recomendación indicada en el inciso P.7 del apéndice P para las configuraciones de enlace de protección y de puesta a tierra dentro de un edificio de telecomunicaciones.

1.2.13.8 Red de telecomunicación

Medio de transmisión con terminación metálica destinado a comunicación entre equipos que pueden estar instalados en edificios separados, excluyendo:

- los sistemas de alimentación para suministro, transmisión y distribución de energía eléctrica, si se utilizan como medios de transmisión de telecomunicaciones;
- **sistemas de distribución por cable**;
- **circuitos MBTS** que conectan las unidades de equipos de tecnologías de la información.

1.2.13.14 Sistema de distribución por cable

Medio de transmisión con terminación metálica que utiliza cable coaxial, destinado principalmente para la transmisión de señales de vídeo y/o audio entre edificios separados o entre antenas exteriores y edificios, excluyendo:

- sistemas de alimentación, de transmisión y de distribución de energía eléctrica, si se utilizan como medio soporte de transmisión de comunicaciones;
- **Redes de telecomunicación**;
- unidades de conexión a **circuitos MBTS** de equipos de tecnologías de la información.

NOTAS:

1) Ejemplos de sistemas de distribución por cable son: las redes de área local cableadas, los sistemas de televisión de antena comunitaria y los sistemas de televisión de antena colectiva que proporcionan una distribución de señal de audio y vídeo; las antenas exteriores incluyendo las parabólicas, las antenas de recepción y otros dispositivos similares.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

2) Los **sistemas de distribución por cable** pueden estar sujetos a transitorios mayores que los de las **redes de telecomunicación** (véase el inciso 7.4.1).

1.2.10.3 Superficie frontera

Superficie exterior del gabinete **eléctrico**, considerada como si una lámina metálica se presionara contra las superficies accesibles del material aislante.

1.2.1.1 Tensión nominal

Tensión de alimentación (para una **red de alimentación en corriente alterna** trifásica, la tensión de línea a línea) declarada por el fabricante.

1.2.9.6 Tensión de trabajo

Tensión más alta a la cual el aislamiento o el componente considerado está o puede estar sometido, cuando el equipo funciona en condiciones normales de funcionamiento.

Las sobretensiones que se originan fuera del equipo no se toman en cuenta.

1.2.9.7 Tensión de trabajo eficaz

Valor eficaz (r.c.m.) de la **tensión de trabajo**, incluyendo cualquier componente en corriente continua.

NOTA: Para la determinación de las **tensiones de trabajo eficaces**, se aplican las reglas del inciso **2.10.2.2**, y cuando sea adecuado las del inciso **1.4.8.**

1.2.9.8 Tensión de trabajo de cresta

Valor de cresta de la **tensión de trabajo**, incluyendo cualquier componente en corriente continua y cualquier impulso repetitivo de cresta generado en el equipo.

Cuando el rizado de cresta a cresta exceda del 10 % del valor medio, son aplicables los requisitos relacionados con las tensiones de cresta o en corriente alterna.

NOTA: Para la determinación de **las tensiones de trabajo de cresta**, se aplican las reglas del inciso **2.10.2.3** y cuando sea adecuado las del inciso **1.4.8**.

1.2.13.4 Tensión en corriente continua

Valor medio de una tensión con un rizado de cresta a cresta no superior al 10 % del valor medio.

NOTA: Cuando el rizado de cresta a cresta supera el 10 % del valor medio, se aplican los requisitos relativos a la tensión de cresta.

1.2.8.6 Tensión peligrosa

Tensión que sobrepasa los 42.4 V de cresta, o los 60 V de corriente continua, en un circuito que no cumple los requisitos de un **circuito para limitar la corriente** o un **circuito TNV**.

1.2.9.9 Tensión soportada requerida

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Tensión de cresta que requiere que soporte el aislamiento considerado.

1.2.9.11 Tensión transitoria de la red de telecomunicación

Tensión de cresta máxima que se espera en el punto de conexión de la **red de telecomunicación** del equipo, proveniente de transitorios externos sobre la misma red.

NOTA: El efecto de los transitorios provenientes de los **sistemas de distribución por cable,** no se toma en cuenta.

1.2.9.10 Tensión transitoria de la red de alimentación

Tensión de cresta máxima que se espera a la entrada de potencia del equipo, proveniente de transitorios externos sobre la **red de alimentación**.

1.2.11.1 Termostato

Dispositivo cíclico de control termosensible destinado a mantener una temperatura entre dos valores particulares en condiciones normales de funcionamiento y que puede estar equipado de algún sistema para su configuración por el **operador.**

1.2.2.2 Tiempo de funcionamiento asignado

Tiempo de funcionamiento máximo asignado al equipo por el fabricante.

1.2.2.3 Tiempo de reposo asignado

Tiempo mínimo asignado por el fabricante durante el cual el equipo está apagado o funcionando en vacío entre periodos del **tiempo de funcionamiento asignado**.

1.2.13.18 Trituradora

Equipo con una configuración de enchufe asociado con equipo alimentado por toma de corriente tipo A o equipo operado por batería, diseñado para triturar papel u otros medios de comunicación según las instrucciones del fabricante.

NOTAS:

1) Ejemplos de otras formas de medios de comunicación incluyen, pero no se limitan a los discos de vídeo digitales, discos compactos, memoria flash, tarjetas de banda magnética, discos magnéticos u otros.

2) Las trituradoras son típicamente identificadas como de corte tipo tira o corte tipo transversal. Una trituradora de corte tipo tira fragmenta el papel en tiras largas usando un mecanismo de trituración basado en motor. Una trituradora de corte transversal fragmenta el papel de dos o más formas en pequeñas partículas generalmente con un motor más potente y un mecanismo de trituración más complejo.

3) Una trituradora se considera de tipo no doméstica ni de hogar/oficina si la trituradora tiene una configuración de enchufe asociado a equipo alimentado por toma de corriente Tipo B o si el equipo está permanentemente conectado.

1.2.13.6 Usuario

Cualquier persona distinta al **personal de mantenimiento.**

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

El término **usuario** en esta Norma Mexicana es el mismo que el término **operador** y ambos términos pueden utilizarse indistintamente.

1.2.7.1 Zona de acceso del operador

Parte del equipo que, en condiciones normales de funcionamiento, se aplica una de las siguientes condiciones:

- se puede acceder a ella sin el uso de una **herramienta**;
- el medio de acceso se permite deliberadamente al **operador**;
- el **operador** está instruido para entrar independientemente de que se necesite o no una **herramienta** para acceder a esa zona.

Los términos "acceso" y "accesible", a menos que se indique algo diferente, se aplican a la zona de acceso del operador tal y como se definió anteriormente.

1.2.7.2 Zona de acceso para mantenimiento:

Parte del equipo, diferente a la **zona de acceso del operador**, a la que es necesario que tenga acceso el **personal de mantenimiento**, incluso cuando el equipo está encendido.

1.2.7.3 Zona de acceso restringido:

Lugar en el equipo que cumple las siguientes condiciones:

- pueden tener acceso a ella, sólo **personal de mantenimiento** o los **usuarios** convenientemente instruidos sobre las razones de las restricciones aplicadas al lugar y sobre cualquier precaución que deba tomarse;
- el acceso es mediante una **herramienta** o una cerradura con llave, u otro medio de seguridad y está controlada por la autoridad responsable del lugar.

NOTA: Los requisitos para el equipo destinado a su instalación en las **zonas de acceso restringido** son las mismas que para aquellos destinados a las ***zonas de acceso del operador*****,** excepto en los casos indicados en los incisos **1.7.14, 2.1.3, 4.5.4, 4.6.2 y 5.1.7.**

1.3 Requisitos generales

1.3.1 Aplicación de los requisitos

Los requisitos detallados en esta Norma Mexicana deben aplicarse sólo si está implicada la seguridad.

Para establecer si afecta o no a la seguridad, deben analizarse cuidadosamente los circuitos y la construcción para tener en cuenta las consecuencias de posibles fallas.

1.3.2 Diseño y construcción de los equipos

Los equipos deben diseñarse y construirse de manera que, tanto en condiciones normales de utilización como en las condiciones anormales de uso previsibles o en condiciones de falla (véase el inciso **1.4.14**), se proporcione protección para reducir el riesgo de lesiones personales debidas a choques eléctricos y otros peligros y para evitar la propagación del fuego originado en el interior del equipo.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

La conformidad se verifica por inspección y por las pruebas aplicables.

1.3.3 Tensión de alimentación

Los equipos de tecnologías de la información que se fabriquen o importen, para ser comercializados en el territorio nacional, pueden operar en tensiones monofásicas de alimentación de 100 V a 277 V c.a. y 50 Hz o 60 Hz y/o tensiones trifásicas de 173 V c.a. a 480 V c.a. entre líneas y 50 Hz o 60 Hz.

La conformidad se verifica por inspección y llevando a cabo las pruebas aplicables de esta Norma Mexicana bajo las condiciones especificadas en el inciso correspondiente. Las pruebas se deben realizar a la tensión de alimentación establecida en el inciso 1.4.5.

1.3.4 Construcciones no cubiertas específicamente

Cuando el equipo conlleva tecnologías y materiales o métodos de construcción no recogidos específicamente en esta Norma Mexicana, el equipo debe proporcionar un nivel de seguridad al menos igual al que generalmente asegura esta Norma mexicana y los principios de seguridad contenidos en ella.

NOTA : La necesidad de requisitos detallados adicionales para enfrentarse a una nueva situación debe comunicarse al comité apropiado.

1.3.5 Materiales equivalentes

Cuando la Norma Mexicana especifica un grado particular de aislamiento, se permite la utilización de un grado de aislamiento superior. Similarmente, cuando la Norma Mexicana requiere un material con una **clasificación de inflamabilidad** determinada, se permite el uso de materiales de mejor clase.

1.3.6 Orientación durante el transporte y la utilización

Cuando quede claro que la orientación de uso del equipo sea probable que tenga un efecto significativo en la aplicación de los requisitos o en el resultado de las pruebas, deben tenerse en cuenta todas las orientaciones de uso permitidas en la instalación o instrucciones de funcionamiento. Para los **equipos transportables** deben tenerse en cuenta todas las orientaciones para el transporte y la utilización.

NOTA: Lo anterior puede aplicarse a los **incisos 4.1, 4.2, 4.3.8, 4.5, 4.6 y 5.3.**

1.3.7 Elección del procedimiento de evaluación de la conformidad

El solicitante de la certificación debe elegir el procedimiento de evaluación de la conformidad conveniente.

1.3.8 Ejemplos mencionados en la Norma Mexicana

El que en esta Norma Mexicana se recojan algunos ejemplos de equipos, partes, métodos de construcción, técnicas de diseño y fallas, precedidos por las expresiones "por ejemplo" o "tal como", no excluye otros posibles ejemplos, situaciones y soluciones.

1.3.9 Líquidos conductores

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Para los requisitos eléctricos de esta Norma Mexicana, los líquidos conductores deben considerarse como partes conductoras.

1.4 Condiciones generales para los pruebas

1.4.1 Aplicación de los pruebas

Las pruebas detalladas en esta Norma mexicana deben llevarse a cabo solamente cuando la seguridad esté involucrada.

Si es evidente desde el diseño y la construcción del equipo que un prueba particular no es aplicable, éste no se lleva a cabo.

A menos que se establezca lo contrario, a la conclusión de las pruebas, no es necesario que el equipo se encuentre en operación.

1.4.2 Pruebas de tipo

A menos que se establezca lo contrario, las pruebas especificadas en esta Norma mexicana son **pruebas de tipo**.

1.4.3 Muestras de prueba

A menos que se establezca lo contrario, la muestra o las muestras sometidas a prueba deben ser representativas del equipo que el **usuario** reciba, o debe ser el equipo real preparado para su envío al **usuario**.

Como alternativa a llevar a cabo las pruebas en el equipo completo, las pruebas se pueden realizar separadamente sobre los circuitos, componentes o subsistemas fuera del equipo, siempre y cuando la inspección del equipo y la disposición de los circuitos indiquen que el resultado de dichas pruebas es representativo del resultado de la prueba sobre el equipo ensamblado. Si cualquiera de tales pruebas muestra alguna probabilidad de no conformidad en el equipo completo, la prueba debe repetirse sobre el equipo.

Si una prueba especificada en esta Norma mexicana pudiera ser destructivo, se permite utilizar un modelo para representar la condición a evaluar.

NOTAS:

1) Los pruebas deben llevarse a cabo en el orden siguiente:

   - preselección del componente o material;

   - pruebas de los componentes o de los subsistemas en el banco de pruebas;

   - pruebas en los que el equipo no se alimenta;

   - pruebas con el equipo alimentado:

   a) bajo condiciones normales de funcionamiento;

   b) bajo condiciones anormales de funcionamiento;

   c) que impliquen destrucción probable.

2) En vista de los recursos implicados en las pruebas y para conseguir minimizar los residuos, se recomienda que todas las partes implicadas acuerden conjuntamente el programa de prueba, las muestras de prueba y la secuencia de las mismos.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

1.4.4 Parámetros de funcionamiento para las pruebas

Excepto cuando las condiciones de prueba específicas se establezcan en algún otro punto de esta Norma Mexicana y cuando está claro que hay un impacto significativo en los resultados de la prueba, éstos deben llevarse a cabo bajo la combinación más desfavorable de los siguientes parámetros, dentro de las especificaciones de funcionamiento del fabricante:

- tensión de alimentación (véase el inciso 1.4.5);
- frecuencia de alimentación (véase el inciso 1.4.6);
- temperatura de funcionamiento (véase el inciso 1.4.12);
- lugar físico del equipo y posición de las partes móviles;
- modo de funcionamiento;
- ajuste de **termostatos,** dispositivos de regulación o controles similares de las **zonas de acceso del operador***,* que son:

  a) ajustables sin el uso de una **herramienta**; o

  b) ajustables utilizando algún medio, tal como una llave o una **herramienta**, deliberadamente proporcionada para el **operador***.*

1.4.5 Tensión de alimentación de prueba

La tensión de alimentación para las pruebas debe ser 127 Vc.a. ± 1 % monofásico o 220± 1% Vc.a. trifásico.

Si el equipo está previsto solamente para su conexión a una fuente equivalente a una red en corriente alterna, tal como un motogenerador, una fuente de alimentación ininterrumpida (véase el inciso 1.2.8.1), o a una fuente diferente a la **red de alimentación**, De cualquier forma se debe utilizar la tensión de alimentación para las pruebas descrita arriba.

Si el equipo está previsto para su conexión a la **red de alimentación en corriente continua**, las tolerancias deben estar comprendidas entre el +20 % y el -15 % a menos que el fabricante declare otra cosa.

Cuando se prueba un equipo diseñado para su alimentación únicamente en corriente continua se debe tener en cuenta la posible influencia de la polaridad. Y utilizar le mismo tipo y numero de baterías especificadas por el fabricante.

1.4.6 Frecuencia de alimentación de prueba

La frecuencia de alimentación para las pruebas debe ser 60 Hz ± 1 Hz

1.4.7 Instrumentos de medición eléctricos

Los instrumentos de medición eléctricos deben tener un ancho de banda adecuado para proporcionar lecturas precisas, teniendo en cuenta todos los componentes (corriente continua, frecuencia de la **red de alimentación en corriente alterna**, alta frecuencia y contenido de armónicos) de los parámetros a medir. Si se mide el valor eficaz (r.c.m.) se

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

debe tener cuidado de que los instrumentos de medición den los valores eficaces reales tanto de formas de onda sinusoidales como no sinusoidales.

1.4.7.1 Fuente de alimentación de tensión

La fuente de alimentación de tensión de prueba debe ser capaz de entregar al menos una magnitud 10 veces superior a la potencia de placa del EBP.

La distorsión armónica total de la fuente de tensión no debe exceder el 2 % (hasta la 13 ava armónica).

El valor pico de la tensión eléctrica de alimentación en c. a. aplicada al EBP, debe mantenerse dentro de 1.34 a 1.49 veces del valor r.c.m.

La tensión eléctrica de alimentación en c. a. (r.c.m.) aplicada al EBP, debe tener una regulación de ± 0.2 %, bajo carga.

1.4.8 Tensiones normales de funcionamiento

Para propósitos de:

- determinación de las **tensiones de trabajo** (véase el inciso 1.2.9.6); y
- clasificación de circuitos dentro de un equipo como **circuitos MBT**, **circuitos MBTS**, **circuitos TNV-1**, **circuitos TNV-2**, **circuitos TNV-3** o circuitos a **tensión peligrosa**;

deben considerarse las tensiones siguientes:

- las tensiones normales de funcionamiento generadas internamente en el equipo, incluyendo las tensiones de cresta repetitivas como las asociadas a alimentaciones en modo conmutado;
- las tensiones normales de funcionamiento generadas en el exterior del equipo, incluyendo las señales de llamada que se reciben de las **redes de telecomunicación**.

Para estos propósitos, las tensiones transitorias no deseadas, generadas externamente y no repetitivas (por ejemplo, **tensiones transitorias de la red de alimentación y tensiones transitorias de la red de telecomunicación**) inducidas por conmutaciones de los sistemas de distribución de potencia y por sobretensiones debidas a los rayos, no deben tenerse en cuenta:

- al determinar las **tensiones de trabajo**, porque estos transitorios se han tenido en cuenta en los procedimientos para determinar las **distancias en el aire** mínimas, véase el inciso 2.10.3 y el apéndice G;
- al clasificar circuitos dentro del equipo, excepto al distinguir entre **circuitos MBTS** y **circuitos TNV-1** y entre **circuitos TNV-2** y **circuitos TNV-3** (véase la tabla 1A del inciso 1.2.8.11).

NOTA: Los efectos de las tensiones permanentes no deseadas generadas en el exterior del equipo (por ejemplo, las tensiones y tensiones a tierra inducidas sobre las **redes de telecomunicación** por sistemas de

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

tracción eléctricos) se controlan por la práctica de la instalación o por un aislamiento apropiado del equipo. Estas medidas dependen de la aplicación y no se tratan en esta Norma Mexicana.

1.4.9 Medición de la tensión a tierra

Cuando la Norma Mexicana especifica una tensión entre una parte conductora y tierra, se consideran todas las siguientes partes puestas a tierra:

- la terminal de puesta a tierra de protección (si lo hay); y
- cualquier otra parte conductora que se requiera que esté conectada a la tierra de protección (por ejemplo, véase el inciso **2.6.1**); y
- cualquier parte conductora que se pone a tierra por razones funcionales en el interior del equipo.

Las partes que son puestas a tierra durante la aplicación por conexión a otros equipos, pero que no están puestas a tierra en el equipo cuando se prueban, deben conectarse a tierra en el punto en el que se consigue la mayor tensión. Cuando se mide una tensión entre la tierra y un conductor de un circuito que no es puesto a tierra durante la aplicación prevista del equipo, debe conectarse una resistencia no inductiva de 5000 Ω ± 10 % a través del instrumento de medición de tensión.

La caída de tensión en el **conductor de puesta a tierra de protección** del cable de alimentación, o en un conductor puesto a tierra en otro cableado externo, no se incluye en las mediciones.

1.4.10 Configuración de la carga del EBP

Para determinar la corriente de entrada (véase el inciso **1.6.2**) y cuando los resultados de otras pruebas pudieran verse afectados, las siguientes variables deben considerarse y ajustarse para dar los resultados más desfavorables:

- las cargas debidas a características opcionales, ofrecidas o proporcionadas por el fabricante para su inclusión en o con el EBP;
- las cargas debidas a otras unidades del equipo destinadas por el fabricante a alimentarse desde el EBP;
- las cargas que pudieran conectarse a cualquier salida de alimentación normalizada en las **zonas de acceso del operador** sobre el equipo, hasta el valor indicado en el marcado requerido por el inciso **1.7.5**.

Se permite el uso de cargas artificiales para simular tales cargas durante las pruebas.

1.4.11 Alimentación desde una red de telecomunicación

Para el propósito de esta Norma Mexicana se considera que la potencia disponible desde una **red de telecomunicación** está limitada a 15 VA.

1.4.12 Condiciones de medición de temperatura

1.4.12.1 Generalidades

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Las temperaturas medidas sobre el EBP deben satisfacer los incisos **1.4.12.2** ó **1.4.12.3**, según sea aplicable, siendo todas las temperaturas en grados Celsius (ºC) donde:

T es la temperatura de una parte determinada medida bajo las condiciones prescritas para las pruebas;
$T_{máx.}$ es la temperatura máxima especificada para la conformidad con la prueba;
T_{amb} es la temperatura ambiente durante la prueba;
T_{ma} es la temperatura ambiente máxima permitida por las especificaciones del fabricante o 25 ºC, lo que sea superior.

1.4.12.2 Equipos dependientes de la temperatura

Para equipos donde la cantidad de calentamiento o refrigeración está diseñada para depender de la temperatura (por ejemplo, equipos que contienen un ventilador cuya velocidad es mayor cuanto mayor sea la temperatura), la medición de la temperatura se realiza a la temperatura ambiente más desfavorable dentro del intervalo de funcionamiento especificado por el fabricante. En este caso:

T no debe exceder de $T_{máx.}$

NOTAS:

1) A fin de encontrar el valor más alto de T para cada componente, puede ser necesario efectuar varias pruebas a diferentes valores de T_{amb}.

2) El valor más desfavorable de T_{amb} puede ser diferente para componentes diferentes.

1.4.12.3 Equipos no dependientes de la temperatura

Para equipos donde la cantidad de calentamiento o refrigeración no está diseñada para depender de la temperatura ambiente, se permite el uso del método del inciso 1.4.12.2. Como variante, la prueba se realiza a un valor cualquiera de la T_{amb} dentro del intervalo de funcionamiento especificado por el fabricante. En este caso:

T no debe exceder de $(T_{máx.} + T_{amb} - T_{ma})$.

Durante la prueba, T_{amb} no debe exceder T_{ma} a menos que se acuerde entre las partes implicadas.

1.4.13 Métodos de medición de temperatura

A menos que se especifique un método en particular, las temperaturas de los devanados deben determinarse por el método del termopar o por el de la resistencia (véase el apéndice E). Las temperaturas de partes distintas a los devanados deben determinarse por el método del termopar. También se permite cualquier otro método adecuado de medición de la temperatura que no tenga una influencia notable sobre el equilibrio térmico y que además asegure una precisión suficiente para mostrar la conformidad. La elección de los sensores y su posición debe hacerse de manera que tengan el mínimo efecto sobre la temperatura de la parte sometida a prueba.

1.4.14 Fallas simuladas y condiciones anormales

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Cuando se requiere aplicar fallas simuladas o condiciones de funcionamiento anormales, éstas deben aplicarse por turnos y de una en una. Las fallas que son consecuencia directa de una falla simulada o de condiciones de funcionamiento anormales se consideran como parte de dicha falla simulada o condición de funcionamiento anormal.

Cuando se apliquen fallas simuladas o condiciones de funcionamiento anormales se deben instalar en su posición las partes, suministros, materiales consumibles y materiales de grabación y multimedia si es probable que tengan un efecto en el resultado de las pruebas.

Cuando se hace una referencia específica a una falla, ésta consiste en una falla de cualquier aislamiento (excluyendo el **aislamiento doble** o el **aislamiento reforzado**) o de cualquier componente (excluyendo componentes con ***aislamiento doble*** o ***aislamiento reforzado***). La falla de un **aislamiento funcional** sólo se simula cuando es requerido por el punto **5.3.4 c**).

El equipo, los diagramas de circuitos y las especificaciones de los componentes se examinan para determinar aquellas condiciones de falla que razonablemente podría esperarse que ocurrieran. Los ejemplos incluyen:

- los cortocircuitos y circuitos abiertos de dispositivos de semiconductores y capacitores;
- las fallas que provocan una disipación continua en resistencias diseñadas para disipación discontinua;
- las fallas internos en circuitos integrados que provocan una disipación excesiva;
- la falla del **aislamiento básico** entre partes que transportan corriente del **circuito primario** y

  a) partes conductoras accesibles;
  b) pantallas conductoras puestas a tierra (véase el capítulo **C.2**);
  c) partes de **circuitos MBTS**;
  d) partes de *circuitos para limitar la corriente*.

1.4.15 Conformidad por inspección de los datos aplicables

Cuando en esta Norma Mexicana la conformidad de los materiales, componentes o subconjuntos se verifique por inspección o mediante prueba de las propiedades, está permitido confirmar la conformidad mediante la revisión de cualquier dato aplicable o resultados de pruebas previos disponibles en lugar de efectuar las **pruebas de tipo** especificadas.

1.5 Componentes

1.5.1 Generalidades

En aquellos casos en que la seguridad se vea involucrada, los componentes deben cumplir con los requisitos de esta Norma Mexicana o con los aspectos de seguridad de las normas internacionales sobre componentes aplicables.

NOTA: Un norma internacional sobre componentes se considera aplicable sólo si el componente en cuestión cae claramente dentro de su campo de aplicación.

1.5.2 Evaluación y prueba de los componentes

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

La evaluación y la prueba de los componentes deben llevarse a cabo de la siguiente manera:

- Se debe verificar la correcta utilización y uso de acuerdo con sus características nominales de todo componente que previamente haya demostrado que cumple con una norma armonizada sobre componentes aplicables. El componente debe someterse a los pruebas aplicables de esta Norma Mexicana por ser parte del equipo, excepto a las pruebas que son parte de la Norma Mexicana sobre componentes aplicables;

- Se debe comprobar la correcta utilización y uso de acuerdo con sus características nominales de todo componente que previamente no haya demostrado que cumple con una norma aplicable como se explicó anteriormente. El componente debe someterse a los pruebas aplicables de esta Norma Mexicana, por ser parte del equipo y a las pruebas aplicables de la norma sobre componentes, bajo las condiciones que se dan en el equipo;

NOTA: La prueba necesaria para demostrar la conformidad con un norma sobre componentes se lleva a cabo, por lo general, sobre el componente individualmente.

- Cuando no existe una norma aplicable, o cuando se utilizan componentes en circuitos sin conformidad con sus correspondientes características nominales, los componentes deben probarse bajo las condiciones que se producen en el equipo. El número de muestras requeridas para la prueba debe ser, en general, el mismo que se requiere en la norma equivalente.

1.5.3 Controles térmicos

Los controles térmicos deben probarse de acuerdo con el apéndice K.

1.5.4 Transformadores

Los transformadores deben cumplir con los requisitos aplicables de esta Norma Mexicana, incluyendo los del apéndice C.

1.5.5 Cables de interconexión

Los **cables de interconexión** suministrados como parte del equipo deben cumplir con los requisitos aplicables de esta Norma Mexicana y no deben presentar un peligro en el sentido de esta Norma Mexicana, tanto si son desmontables como si no lo son.

Para los **cables de interconexión** suministrados separadamente (por ejemplo, cables de impresora), se permite aplicar los requisitos de este inciso a elección del fabricante.

Está permitido tratar los cables, o las partes de los cables, que queden dentro del gabinete del equipo como **cables de interconexión** o como cableado interior.

1.5.6 Capacitores en paralelo sobre el aislamiento

Un capacitor conectado entre dos conductores de línea del **circuito primario** o entre un conductor de línea y el conductor neutro o ente el **circuito primario** y la tierra de

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

protección deben cumplir con los incisos que apliquen de la NMX-I-252/01-NYCE de acuerdo al tipo de capacitor y debe utilizarse de acuerdo con sus características nominales. Este requisito también se aplica a **aislamiento doble** o **aislamiento reforzado** de capacitores en paralelo, independientemente de donde se encuentren en el equipo. Los detalles relativos al prueba continuo de calor húmedo especificados en el inciso 4.12 de la Norma mexicana NMX-I-252/01-NYCE deben ser como sigue:

- Temperatura: 40 ºC ± 2 ºC;
- Humedad: 93 % ± 3 % de humedad relativa;
- Duración de la prueba: 21 días.

NOTA: Los capacitores sometidos a una duración de prueba superior a 21 días se considera que satisface el criterio de duración de prueba.

El requisito anterior no se aplica a los capacitores conectados entre un **circuito secundario de tensión peligrosa** y la tierra de protección, donde sólo se requiere **aislamiento básico**.

NOTA: La prueba del inciso 5.2.2 se sigue aplicando entre el *circuito secundario de tensión peligrosa* y la tierra de protección.

La subclase de capacitor adecuada debe seleccionarse entre aquellas listadas en la tabla 1C, de acuerdo con las reglas de aplicación de la tabla.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 1C.- Características del capacitor de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-I-252/01-NYCE

Subclase de capacitor de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-I-252/01-NYCE	Tensión nominal del capacitor V r.c.m.	Tensión de la prueba de tipo del capacitor kV cresta
Y1	Hasta e incluyendo 500	8
Y2	De 150 hasta e inclusive 300	5
Y4	Hasta e incluyendo 150	2.5
X1	-	4[a]
X2	-	2.5[a]

Reglas de aplicación de la tabla 1C

1 Los capacitores utilizados en paralelo sobre el **aislamiento básico**, **aislamiento suplementario** o **aislamiento reforzado** deben ser de clase Y, excepto si se permite un capacitor de clase X en paralelo sobre el **aislamiento básico** en un **circuito secundario**.

2 Las características nominales de un capacitor deben ser al menos igual a la **tensión de trabajo eficaz (r.c.m.)** a través del aislamiento total, determinado según el inciso 2.10.2.2.

3 Para un solo capacitor montado en paralelo sobre el **aislamiento funcional**, **aislamiento básico** o **aislamiento suplementario**, la tensión de prueba de cresta del capacitor debe ser al menos igual a el valor de pico de tensión de prueba (no a la tensión r.c.m.) de la tabla 5B, el valor de pico de la tensión de prueba de la tabla 5C, según sea el caso y el valor r.c.m. de la tensión de prueba no deberá ser menor que el valor requerido r.c.m. de la tensión de prueba de la tabla 5B o el valor equivalente r.c.m. de la tensión de prueba (no la tensión de pico) de la tabla 5C, según corresponda.

4 Para un solo capacitor montado en paralelo sobre el **aislamiento doble** o **aislamiento reforzado**, la tensión de prueba de cresta del capacitor no debe ser menor que el valor pico de la tensión de prueba (no la tensión r.c.m.) de la tabla 5B o el valor de pico de la tensión de prueba de la tabla 5C, según corresponda; y la tensión de prueba r.c.m. no debe ser inferior a la tensión de prueba r.c.m. requerida de la tabla 5B o la tensión de prueba r.c.m. equivalente (no el pico de tensión) de la tabla 5C, según corresponda.

5 Se permite utilizar un capacitor de grado superior al especificado, como sigue:
- Subclase Y1si se especifica la subclase Y2;
- Subclase Y1 o Y2 si se especifica la subclase Y4;
- Subclase Y1 o Y2 si se especifica la subclase X1;
- Subclase X1, Y1 o Y2 si se especifica la subclase X2;

6 Se permite el uso de dos o más capacitores en serie en lugar del capacitor único especificado, como sigue:
- Subclase Y1 o Y2 si se especifica la subclase Y1;
- Subclase Y2 o Y4 si se especifica la subclase Y2;
- Subclase X1 o X2 si se especifica la subclase X1;

7 Si se utilizan 2 o más capacitores en serie, aplica lo siguiente:

- en caso de falla, la tensión en cada uno de los capacitores individuales no excede la tensión nominal del capacitor individual en cuestión;

- para **aislamiento básico** y **aislamiento suplementario**, la suma de las tensiones pico impulso de prueba de todos los capacitores no debe ser menor que el valor máximo de la tensión de prueba (no el voltaje r.c.m.) de la tabla 5B o el valor máximo de la tensión de prueba de la tabla 5C , según sea el caso;

- para **aislamiento básico** y **aislamiento suplementario**, la suma de las tensiones de prueba de r.c.m. de todos los capacitores no es menor que la tensión de prueba r.c.m. requerida de la tabla 5B o la tensión de prueba r.c.m. equivalente (no el pico de tensión) de la tabla 5C, según corresponda;

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- para **aislamiento reforzado**, la suma de los picos máximos de las tensiones de prueba de todos los capacitores no debe ser menor que el valor de pico de la tensión de prueba (no la tensión r.c.m.) de la tabla 5B o el valor pico de la tensión de prueba de la tabla 5C, según sea aplicable; - para **aislamiento reforzado**, la suma de las tensiones de prueba r.c.m. de todos los capacitores no debe ser inferior a la tensión de prueba r.c.m. requerida de la tabla 5B o la tensión de prueba r.c.m. equivalente (no la tensión de pico) de la tabla 5C, según corresponda. - deben cumplir con las demás reglas anteriormente mencionadas.
a Para los valores de capacitancia de más de 1 µF, esta tensión de prueba se reduce mediante un factor igual a $\sqrt{C}$, donde *C* es el valor de la capacitancia en µF.

La tabla 1D proporciona un número de ejemplos informativos de la aplicación de los capacitores elegidos de acuerdo con la tabla 1C. Son posibles otros ejemplos.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 1D.- Ejemplos informativos de la aplicación de capacitores

TENSIÓN DE LA RED DE ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE ALTERNA Hasta e incluyendo V eficaz (r.c.m.)	CATEGORÍA DE SOBRETENSIÓN	TENSIÓN TRANSITORIA DE LA RED DE ALIMENTACIÓN kV	AISLAMIENTO PUENTEADO	TIPO DE CAPACITOR	NÚMERO DE CAPACITORES	
					USANDO LA TABLA 5B	USANDO LA TABLA 5C
150	II	1.5	B o S	Y2	1	1
	II	1.5	D o R	Y2	2	2
	II	1.5	D o R	Y1	1	1
	II	1.5	F	X2	1	1
	III	2.5	F	X2	1	1
	III	2.5	B o S	Y2	-	2
	III	2.5	D o R	Y1	-	1
	IV	4.0	F	X1	-	1
	IV	4.0	B o S	Y1	-	1
	IV	4.0	B o S	Y2	-	2
	IV	4.0	D o R	Y1	-	2
250	II	2.5	F	X2	1	1
	III	4.0	F	X1	1	1
300	II	2.5	B o S	Y2	1	2
	II	2.5	D o R	Y1	1	1
	II	2.5	D o R	Y2	2	3
	III	4.0	B o S	Y1	-	1
	III	4.0	B o S	Y2	-	2
	III	4.0	D o R	Y1	-	2
	III	4.0	D o R	Y2	-	4
	IV	6.0	F	X1	-	2
	IV	6.0	B o S	Y1	-	2
	IV	6.0	D o R	Y1	-	3
500	II	4.0	F	X1	1	1
	II	4.0	B o S	Y1	1	1
	II	4.0	D o R	Y1	1	2
	III	6.0	F	X1	-	2
	III	6.0	B o S	Y1	-	2
	III	6.0	D o R	Y1	-	3
	IV	8.0	F	X1	-	2
	IV	8.0	B o S	Y1	-	2
	IV	8.0	D o R	Y1	-	3

Los valores de la tabla se aplican al AISLAMIENTO FUNCIONAL (F), AISLAMIENTO BÁSICO (B), AISLAMIENTO SUPLEMENTARIO (S), AISLAMIENTO DOBLE (D) Y AISLAMIENTO REFORZADO (R).

NOTA: La tabla 5b se utiliza para las categorías de sobretensión I y II solamente.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Si un circuito o parte conductora accesible se separa de otra parte por un **aislamiento doble** o **reforzado** que es puenteado por un capacitor o capacitores, el circuito o parte accesible debe cumplir con los requisitos para un **circuito para limitar la corriente** del inciso 2.4. Este requisito también se aplica después de la prueba de rigidez dieléctrica del aislamiento con el o los capacitores de cortocircuito en su lugar.

NOTA: Un circuito es un **circuito para limitar la corriente** si la corriente a través de los componentes montados en paralelo cumplen con el inciso 2.4 y se satisfacen otros requisitos del inciso 2.4.

La conformidad se verifica por inspección y por medición.

1.5.7 Resistencias en paralelo sobre el aislamiento

1.5.7.1 Resistencias montadas en paralelo sobre un aislamiento funcional, un aislamiento básico o un aislamiento suplementario

No hay requisitos especiales para las resistencias montadas en paralelo sobre un **aislamiento funcional**, **aislamiento básico** o **aislamiento suplementario** pero se aplican los requisitos adecuados de los incisos 2.10.3 (o el apéndice G), 2.10.4 y en algunos casos los del inciso 2.4.

1.5.7.2 Resistencias montadas en paralelo sobre aislamiento doble o reforzado entre la red de alimentación en corriente alterna y otros circuitos

Se permite puentear el **aislamiento funcional** o **reforzado** mediante una resistencia o mediante un grupo de dos o más resistencias en serie bajo las siguientes condiciones. Para las condiciones aplicables a circuitos conectados a un cable de antena o coaxial, véase el inciso 1.5.7.3.

La resistencia o grupo de resistencias deben cumplir con los **espacios libres** mínimos del inciso 2.10.3 o en el apéndice G y las **líneas de fuga** mínimas del inciso 2.10.4 para el **aislamiento reforzado** para la **tensión de trabajo** total a través de la resistencia o grupo de resistencias. Para un grupo de resistencias, véase también la figura F.13.

Si se utiliza una sola resistencia, debe superar la prueba de resistencia siguiente:

Si se utiliza un grupo de resistencias, los **espacios libres** y las **líneas de fuga** se evalúan como si cada resistencia fuera cortocircuitada por turnos, a menos que el grupo supere la prueba de resistencia siguiente.

Si un circuito o parte conductora accesible se separa de otra parte mediante un **aislamiento doble** o **reforzado** que esté puenteado por una resistencia o grupo de resistencias, el circuito o parte accesible debe cumplir con los requisitos para **circuitos para limitar la corriente** del inciso 2.4 entre la parte conductora accesible o circuito y tierra . Si se utiliza un grupo de resistencias, se realiza la medida de la corriente del inciso 2.4.2 con cada resistencia cortocircuitada por turnos, a menos que el grupo supere la prueba de resistencia siguiente. Al medir el **circuito para limitar la corriente**, el amperímetro se coloca entre el lado de la carga de los componentes del puente y cualquier parte accesible al **usuario**, incluyendo tierra.

La conformidad se verifica por inspección y por medida y si se especifica anteriormente, por la siguiente prueba de resistencia en diez muestras. Una muestra en una sola resistencia si se utiliza independientemente, o un grupo de resistencias en serie.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Prueba de resistencia

Antes de la prueba, se mide la resistencia de cada muestra.

Las muestras se someten a la prueba de calor húmedo de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-I-60068-2-78-NYCE, con los siguientes detalles:

- temperatura: 40 º C ± 2 º C;
- humedad: 93 % ± 3 % de humedad relativa;
- duración de la prueba: 21 días.

NOTA: Las resistencias sometidas a una duración de prueba superior a 21 días se considera que satisface el criterio de duración de prueba.

Cada muestra se somete entonces a diez impulsos de polaridad alternada, utilizando el generador de impulsos de prueba de referencia 2 de la tabla N.1. El intervalo entre impulsos sucesivos es de 60 s y V_c es igual a la **tensión soportada requerida** aplicable.

Después de la prueba, la resistencia de cada muestra no debe haber cambiado en más del 10 %.

No se permite falla alguna.

1.5.7.3 Resistencias en paralelo sobre el aislamiento doble o reforzado entre la red de alimentación en corriente alterna y los circuitos conectados a un cable de antena o coaxial

Se aplican los requisitos y pruebas del inciso 1.5.7.2 excepto el generador de impulsos de prueba de referencia 3 de la tabla N.1 si el circuito está conectado a una antena o referencia 1 de la tabla N.1 si el circuito está conectado a un cable coaxial.

Después dela prueba, la resistencia de cada muestra no debe haber cambiado en más del 20 % y no se permite falla alguna.

NOTA: Si se conecta una resistencia o grupo de resistencias entre el **circuito primario** y el **sistema de distribución por cable**, también se aplica el inciso 7.4.

1.5.8 Componentes en equipos para sistemas IT de distribución de potencia

En los equipos a conectar a sistemas IT de distribución de potencia los componentes conectados entre la línea y tierra deben ser capaces de soportar los esfuerzos provocados por la tensión entre líneas. Sin embargo, se permite el uso de capacitores preparados para soportar la tensión entre la línea y el neutro en estas aplicaciones si cumplen con las subclases Y1, Y2 o Y4 de la Norma Mexicana NMX-I-252/01-NYCE.

NOTA: Los capacitores anteriores se someten a un prueba de durabilidad al 170 % de la tensión nominal del capacitor.

La conformidad se verifica por inspección.

1.5.9 Supresores de picos

1.5.9.1 Generalidades

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Se permite el uso de cualquier tipo de supresores de picos, incluyendo una resistencia dependiente de la tensión (voltage dependent resistor VDR, por sus siglas en inglés), en un **circuito secundario**.

Si un supresor de sobretensión se utiliza en un **circuito primario**, debe ser un VDR y debe cumplir con el apéndice Q.

NOTAS:

1) Un VDR se designa algunas veces como un varistor o un varistor de óxido metálico (metal oxide varistor . MOV, por sus siglas en inglés). Los dispositivos tales como tubos de descarga de gas, bloques de carbono y dispositivos semiconductores con características no lineales de tensión/corriente no se consideran como VDR en esta Norma mexicana.

2) No es un requisito de esta Norma Mexicana cumplir con ninguna norma de componentes particulares para supresores de picos utilizados en **circuitos secundarios**. Sin embargo se pude tener como referencia las normas que les apliquen.

La conformidad se verifica por inspección y aplicación del apéndice K según sea apropiado.

1.5.9.2 Protección de VDR.

Para la protección contra:

- sobretensiones temporales por encima de la tensión continua máxima;
- sobrecarga técnica debido a corriente de fuga dentro del VDR; y
- combustión y quemado del VDR en el caso de una falta de cortocircuito;

debe conectarse en serie con el VDR un medio de interrupción que tenga una capacidad de corte adecuada. Este requisito no se aplica a VDR en un **circuito para limitar la corriente**.

NOTAS:

1) Para sobretensiones temporales desde la **red de alimentación principal en corriente alterna**, véase la Norma Mexicana NMX-J-597/1-ANCE.

2) Durante la vida de un VDR la corriente de fuga aumenta con el número de ciclos de conmutación en el VDR. Esta corriente de fuga causa un esfuerzo de temperatura permanente y en continuo aumento, que puede causar la combustión o quemado del VDR.

La conformidad se verifica por inspección.

1.5.9.3 VDR puesto en paralelo sobre un aislamiento funcional

Se permite puentear un **aislamiento funcional** mediante un VDR.

La conformidad se verifica por inspección.

1.5.9.4 VDR puesto en paralelo sobre un aislamiento básico

Se permite puentear un **aislamiento básico** mediante un VDR, siempre y cuando un lado del VDR esté puesto a tierra de acuerdo con el punto 2.6.1 a).

El equipo con tal VDR que puentea un **aislamiento básico** debe ser uno de los siguientes:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- **equipo alimentado por toma de corriente tipo B**; o
- **equipo conectado permanentemente**; o
- Equipo previsto para una conexión permanente al **conductor de puesta a tierra de protección** y está provisto de instrucciones para la instalación de dicho conductor.

Se permite el uso de un tubo de descarga de gas (GDT por sus siglás en inglés) en serie con un VDR que une aislamiento básico de conformidad con las condiciones establecidas en este inciso si el GDT cumple con los requisitos de aislamiento funcional.

La conformidad se verifica por inspección.

1.5.9.5 VDR montado en paralelo sobre un aislamiento suplementario, doble o reforzado

No está permitido puentear un **aislamiento suplementario**, **doble o reforzado** mediante un VDR.

La conformidad se verifica por inspección.

1.6 Interfaz de potencia

1.6.1 Sistemas de distribución de potencia en corriente alterna

Los sistemas de distribución de potencia en corriente alterna se clasifican como TN-C, TN-S-C, TN-S, TT o IT (véase el apéndice V).

1.6.2 Corriente de entrada

La corriente de entrada en régimen permanente del equipo no debe exceder la **corriente nominal** en más de un 10 % bajo **carga normal**.

NOTA: Véase también el inciso 1.4.10.

La conformidad se verifica midiendo la corriente de entrada del equipo con la **carga normal** bajo las siguientes condiciones:

- cuando un equipo tiene más de una **tensión nominal**, la corriente de entrada se mide para cada una de las **tensiones nominales**;

- cuando un equipo tiene uno o más de un **intervalo de tensiones nominales**, la corriente de entrada se mide en cada extremo de cada **intervalo de tensiones nominales**. Cuando se marque un único valor de la **corriente nominal** (véase el inciso 1.7.1), se compara con el valor superior de corriente de entrada medido en el intervalo de tensión asociado. Cuando se marquen dos valores de **corriente nominal**, separados por un guion, se comparan con los dos valores medidos en el intervalo de tensión asociado.

En cada caso, las lecturas se toman cuando la corriente de entrada se haya estabilizado. Si la corriente varía durante el ciclo de funcionamiento normal, debe tomarse la corriente en régimen permanente como la media de los valores, medidos con un amperímetro registrador de valor eficaz, durante un periodo de tiempo representativo.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

1.6.3 Límite de tensión en los equipos portátiles

La **tensión nominal** de un **equipo portátil** no debe exceder de 250 V.

La conformidad se verifica por inspección.

1.6.4 Conductor neutro

El conductor neutro, si existe, debe aislarse de tierra y del *cuerpo* en todo el equipo como si éste fuera un conductor de línea. Los componentes conectados entre el neutro y la tierra deben tener características nominales correspondientes a una tensión entre la línea y el neutro (Sin embargo, véase también el inciso 1.5.8).

La conformidad se verifica por inspección.

1.7 Marcado e instrucciones

NOTA: Requisitos adicionales para el marcado e instrucciones en los siguientes incisos:

2.1.1.2 Compartimentos de las baterías
2.1.1.8 Peligros de la energía
2.3.2.3 Protección por puesta a tierra
2.6.1 Partes no puestas a tierra
2.6.2 Puesta a tierra funcional
2.6.3.4 c) Conductores de enlace
2.6.5.1 Conductores de enlace
2.7.1 Dispositivos de protección externos
2.7.6 Fusible del neutro
2.10.3.2 Categorías de sobretensión
3.2.1.2 Red de alimentación en corriente continua
3.3.7 Agrupado de terminales para los conectores
3.4.3 Dispositivos de desconexión
3.4.6 Dispositivos de desconexión de dos polos
3.4.7 Dispositivos de desconexión de cuatro polos
3.4.9 Clavijas como dispositivos de desconexión
3.4.10 Equipo interconectado
3.4.11 Fuentes de alimentación múltiples
4.1 Estabilidad del equipo
4.2.5 Prueba de impacto
4.3.3 Controles ajustables
4.3.5 Clavijas y bases
4.3.13.4 Radiación UV
4.3.13.5 Láseres
4.4.2 Partes móviles peligrosas
4.4.5.2 Protección de ventilador para los **usuarios**
4.4.5.3 Protección de ventilador para personal de servicio
4.5.4 Tabla 4C Marcado de las partes calientes
4.5.4 Temperaturas de contacto
4.6.2 Equipos sobre suelos no combustibles
4.6.3 Puertas y cubiertas desmontables
5.1.7.1 **corriente de contacto** que excede los 3.5 mA
5.1.8.2 Suma de las **corrientes de contacto**
6.1.1 y 6.1.2.2 Puesta a tierra para una **red de telecomunicación**
7.2 y 7.4.1 Puesta a tierra para un *sistema de distribución por cable*
G.2.1 Equipos de categorías de sobretensión III y IV
DD.2 Carga útil máxima
EE.2 Advertencia de trituradora
EE.4 Desconexión de alimentación de la trituradora

La conformidad se verifica por inspección con cada uno de los incisos de 1.7 a menos que se especifique otra cosa (véase el inciso 1.7.11).

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

1.7.1 Clasificación de potencia y marcas de identificación

1.7.1.1 Marcado de la clasificación de potencia

El equipo debe llevar un marcado con las características nominales de la alimentación, cuyo propósito es especificar una alimentación de tensión y frecuencia correctas, así como una capacidad de transporte de corriente adecuada.

Si un equipo se suministra sin medio de conexión directa a la **red de alimentación**, no necesita ningún marcado con las características eléctricas, tal como su **tensión nominal**, **corriente nominal** o **frecuencia nominal**. Si el equipo o sistema, tiene múltiples conexiones a **red de alimentación**, cada uno debe estar marcado, el equipo o el sistema en general no es necesario marcarlo.

En los equipos destinados a que los instale un **operador**, el marcado de potencia nominal debe ser claramente visible en cualquier **zona de acceso del operador**. Si un selector manual de tensión no es accesible para el **operador**, el marcado de potencia nominal debe indicar la **tensión nominal** a la cual se configura el equipo durante su fabricación; con este propósito se permite el uso de un marcado temporal. El marcado de potencia nominal se permite sobre cualquier superficie exterior del equipo, excepto en la base de aquellos equipos que tengan una masa de más de 18 kg.

Para **equipos fijos**, el marcado de potencia nominal debe ser visible después de la instalación final del equipo para uso normal.

Para aquellos equipos destinados a que los instale **personal de mantenimiento** y si el marcado de potencia nominal está en la **zona de acceso para mantenimiento**, la ubicación del marcado permanente debe indicarse en las instrucciones de instalación o en una placa claramente visible colocada sobre el equipo. Se permite usar un marcado temporal con este fin.

El marcado de potencia nominal debe incluir lo siguiente:

- ***Tensión(es) nominal(es)*** o ***Intervalo (s) de tensión nominal***, en volts;

  a) el intervalo de tensión debe llevar un guión (-) entre la máxima y la mínima **tensión nominal** y cuando se especifican varias **tensiones nominales** o **intervalos de tensiones nominales** deben separarse mediante una barra (/).

NOTA: Algunos ejemplos del marcado de la **tensión nominal** son:

- **Intervalo de tensiones nominales**: 120-240 V. Esto significa que el equipo está diseñado para conectarse a una *red de alimentación en corriente alterna* con cualquier tensión comprendida entre 120 V y 240 V monofásico.
- Múltiples **tensiones nominales**: 120/230/240 V. Esto significa que el equipo está diseñado para conectarse a una red de alimentación en corriente alterna con una tensión monofásica de 120 V o 230 V o 240 V, normalmente tras un ajuste interno.

  b) si el equipo debe conectarse a ambos conductores de línea y al conductor neutro de un sistema de distribución de potencia monofásico con tres conductores, el marcado de potencia nominal debe indicar la tensión entre la línea y el neutro y la tensión entre líneas, separadas por una barra (/), con la indicación adicional

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

"Tres conductores más tierra de protección", "3 hilos + tierra de protección (PE por sus siglas en inglés)" o equivalente;

NOTA: Algunos ejemplos del marcado para el sistema anterior son:

120/240 V; 3 conductores + PE;

120/240 V; 3 W +

100/200 V; 2 W + N + PE

100-120/200-240 V; 2W + N + PE.

- símbolo sobre el tipo de alimentación, para corriente continua solamente;

- **frecuencia nominal** o **intervalo de frecuencias nominales**, en hertz, excepto en los equipos diseñados exclusivamente para corriente continua;

c) para equipos con múltiples **tensiones nominales**, las correspondientes **corrientes nominales** deben marcarse de manera que las diferentes características nominales de corriente estén separadas por una barra (/) y la relación entre la **tensión nominal** y la **corriente nominal** asociada aparezca claramente;

d) los equipos con un **intervalo de tensiones nominales** deben marcarse con la máxima **corriente nominal** o con el intervalo de corrientes.

e) el marcado de potencia nominal para **corriente nominal** de un grupo de unidades con una única conexión a la alimentación debe colocarse en la unidad que esté directamente conectada a la **red de alimentación**. La **corriente nominal** marcada en esa unidad debe ser la corriente total máxima que puede estar en el circuito al mismo tiempo y debe incluir las corrientes combinadas de todas las unidades del grupo que puedan alimentarse simultáneamente por medio de esa unidad y que puedan funcionar a la vez.

NOTA: Algunos ejemplos del marcado sobre la **corriente nominal** son:

- para equipos con **tensiones nominales** múltiples monofásicas;
  120/240 V; 2.4/1.2 A

Se reconoce que en algunas regiones es habitual el uso de un punto (.) como marcado decimal en lugar de una coma.

Se permite el uso de marcados adicionales, siempre que no provoquen confusión.
Cuando se utilicen símbolos, deben ser conformes con las normas indicadas en los incisos P.15 y P.16 del apéndice P, cuando los símbolos apropiados existan.

1.7.1.2 Marcas de identificación

El equipo debe ser proporcionado por las marcas de identificación siguientes:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- Nombre del fabricante, marca de fábrica o marca de identificación;

- Identificación del modelo del fabricante o referencia del tipo;

- Símbolo , para la identificación solamente de equipo clase II, excepto cuando está prohibido en 2.6.2.

Se permiten marcas de identificación adicionales, siempre que no haya lugar a malentendidos.

Estas indicaciones deben ser fácilmente visibles en cualquier **zona de acceso del operador**, excepto que no se encuentren en la parte inferior de los equipos que tengan una masa superior a 18 kg. Para **equipos fijos**, las indicaciones deben ser visibles después de que el equipo se ha instalado como en uso normal.

1.7.2 Instrucciones de seguridad y marcado

1.7.2.1 Generalidades

Se debe proporcionar información suficiente al **usuario** relativa a cualquier condición necesaria para asegurar que, si se utiliza el equipo como especifica el fabricante, es poco probable que suponga un peligro en el sentido de esta Norma Mexicana.

En caso de que sea necesario tomar precauciones especiales para evitar la introducción de peligros durante el funcionamiento, la instalación, el mantenimiento, el transporte o el almacenamiento del equipo, se deben suministrar las instrucciones necesarias.

NOTAS:

1) Puede ser necesario tomar precauciones especiales, por ejemplo, para la conexión del equipo a la alimentación y para la interconexión de unidades separadas, en caso de que las haya.

2) Cuando sea apropiado, las instrucciones de instalación deben incluir referencias a los reglamentos nacionales de cableado.

3) En muchos países, las instrucciones y el marcado del equipo relacionados con la seguridad, se requiere que estén en un idioma que sea aceptable en el país en el que el equipo se va a instalar. Las instrucciones de mantenimiento normalmente están disponibles sólo para el **personal de mantenimiento**.

Las instrucciones de funcionamiento y las instrucciones de instalación **para equipos alimentados por toma de corriente** destinados a que los instale el **usuario**, deben estar disponibles para el **usuario**.

1.7.2.2 Dispositivos de desconexión

Cuando el dispositivo de desconexión no esté incorporado en el equipo (véase el inciso 3.4.3) o cuando la clavija del cable de alimentación está destinada a servir como dispositivo de desconexión, las instrucciones de instalación deben establecer que:

- para **equipos conectados permanentemente**, un dispositivo de desconexión claramente accesible debe incorporarse externo al equipo;

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- para **equipos alimentados por toma de corriente** se debe instalar una toma de corriente cerca del equipo y debe ser fácilmente accesible.

1.7.2.3 Dispositivos de protección contra sobrecorrientes

Para **equipos alimentados por toma de corriente tipo B** o **equipos conectados permanentemente,** las instrucciones de instalación deben especificar las características nominales máximas de un dispositivo de protección contra sobrecorrientes, a proporcionar externamente al equipo, a menos que haya dispositivos de protección contra sobrecorrientes apropiados en el equipo [véase también en el inciso 2.6.3.3 b)].

NOTA: Las características nominales máximas especificadas, pueden no ser aquellas del dispositivo de protección disponible en el país de instalación. Se recomienda autorizar la utilización de un dispositivo que tenga características nominales inferiores que siga siendo adecuado para la **corriente nominal** del equipo más todo el margen necesario para la extracorriente de conexión.

1.7.2.4 Sistemas de distribución de potencia IT

Si el equipo ha sido diseñado o, si es necesario modificado para la conexión a un sistema de distribución de potencia IT, las instrucciones de instalación del equipo deben indicarlo.

1.7.2.5 Acceso del operador con una herramienta

Si es necesaria una **herramienta** para acceder a la **zona de acceso del operador**, todos los demás compartimentos de esa zona que presenten un peligro deben ser inaccesibles al **operador** mediante el uso de la misma **herramienta**, o tales compartimentos deben estar marcados para disuadir el acceso del **operador**.

Una marca aceptable para el peligro contra los choques eléctricos es .

1.7.2.6 Ozono

Para los equipos que pueden producir ozono, las instrucciones de instalación y de funcionamiento deben hacer referencia a la necesidad de tomar precauciones para asegurarse de que la concentración de ozono esté limitada a un valor seguro.

NOTA: El límite de exposición a largo plazo recomendado presente para ozono es de 0.1 $x10^{-6}$ (0.2 mg/m^3) calculada como una concentración media ponderada en el tiempo durante 8 h. Se debe notar que el ozono es más pesado que el aire.

1.7.3 Ciclos de trabajo cortos

Los equipos que no están previstos para operación continua deben marcarse con el **tiempo de funcionamiento asignado** y el **tiempo de reposo asignado**, a menos que el tiempo de funcionamiento esté limitado por la construcción.

El marcado del tiempo de **funcionamiento asignado** debe corresponder a la utilización normal.

El marcado del **tiempo de funcionamiento asignado** debe preceder al marcado del **tiempo de reposo asignado** (si se da), ambos marcados separados por una barra (/).

1.7.4 Ajustes de la tensión de alimentación

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Para los equipos destinados a conectarse a múltiples **tensiones** o **frecuencias nominales**, el método de ajuste debe describirse totalmente en las instrucciones de mantenimiento o de instalación.

A menos que el medio de ajuste sea un control simple cercano al marcado de las características nominales de la alimentación y que la configuración de este control quede clara por inspección, la siguiente instrucción o una similar debe aparecer en el marcado de las características nominales de alimentación o cerca él:

VÉANSE LAS INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN ANTES DE CONECTAR A LA ALIMENTACIÓN

1.7.5 Salidas de potencia en el equipo

Si alguna salida de alimentación normalizada del equipo es accesible para el **operador**, debe colocarse un marcado en la proximidad de la salida mostrando la carga máxima que se permite conectar a él.

Las tomas de corriente conformes con la norma indicada en el inciso P.18 del apéndice P son ejemplos de salidas de alimentación normalizadas.

1.7.6 Identificación de fusibles

El marcado debe situarse junto a cada fusible o portafusible, o sobre el portafusible, o en otra posición siempre que sea obvio el fusible al que se refiere dicho marcado, e informar de la corriente nominal del fusible y en caso de que se podrían instalar fusibles de diferentes tensiones nominales, la tensión nominal del fusible.

En caso de que sean necesarios fusibles con características especiales como una temporización o una capacidad de ruptura, debe indicarse también el tipo.

Para los fusibles que se instalan fuera de las **zonas de acceso del operador** y para los fusibles soldados instalados en las **zonas de acceso del operador**, se permite utilizar una referencia cruzada sin ambigüedades (por ejemplo F1, F2, etc.) a las instrucciones de mantenimiento que deben contener la información aplicable.

NOTA: Véase el inciso 2.7.6 referente a otras advertencias para el **personal de mantenimiento**.

1.7.7 Terminales de cableado

1.7.7.1 terminales de puesta a tierra de protección y de enlace de protección

Una terminal de cableado destinado para conexión de un **conductor de puesta a tierra de protección** debe indicarse con el símbolo + . Este símbolo no debe utilizarse para otras terminales de puesta a tierra. Excepto que el símbolo también puede ser usado para identificar la terminal de puesta a tierra de protección separada especificada en 5.1.7.1.

Éste no es un requisito de marcado de las terminales para los **conductores de enlace de protección**, pero en caso de que dichas terminales se marquen, debe utilizarse el símbolo .

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Las situaciones siguientes están exentas de los requisitos anteriormente comentados:

- cuando las terminales para la conexión de la alimentación se suministren en un componente (por ejemplo, en una terminal)en un subconjunto (por ejemplo, una unidad de alimentación), se permite utilizar el símbolo para el borne de puesta a tierra de protección en lugar del símbolo ;

- en subconjuntos o componentes, se permite utilizar el símbolo en lugar del símbolo en caso de que no provoque confusión.

Estos símbolos no deben colocarse en los tornillos o en otras partes que podrían retirarse fácilmente cuando se conectan los conductores.

Estos requisitos son aplicables a terminales para la conexión de un **conductor de puesta a tierra de protección** tanto si son parte integrante de un cable de alimentación como con los conductores de alimentación.

1.7.7.2 Terminales para los conductores de la red de alimentación en corriente alterna

Para los **equipos conectados permanentemente** y para los equipos con **cables de alimentación no desmontables** ordinarios:

- las terminales destinadas exclusivamente para la conexión del conductor neutro de la ***red de alimentación en corriente alterna***, en caso de que lo haya, deben marcarse con la letra mayúscula N; y
- en los equipos trifásicos, si una secuencia incorrecta de fases pudiera causar un sobrecalentamiento u otros peligros, las terminales destinadas a conectarse a los conductores de línea de la **red de alimentación en corriente alterna** deben marcarse de manera que, junto con cualesquiera instrucciones de instalación, la secuencia de fases quede perfectamente clara.

Estas instrucciones no deben colocarse en los tornillos o en otras partes que podrían retirarse fácilmente cuando se conectan los conductores.

1.7.7.3 Terminales para los conductores de la red de alimentación en corriente continua

Para los **equipos conectados permanentemente** y para los equipos con **cables de alimentación no desmontables** ordinarios, las terminales destinadas exclusivamente para la conexión a una **red de alimentación en corriente continua** deben marcarse para indicar la polaridad.

Si existe un único borne, tanto como borne principal de puesta a tierra de protección del equipo como para la conexión a un polo de la **red de alimentación en corriente**

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

continua, debe marcarse como se especifica en el inciso 1.7.7.1 además del marcado de la polaridad.

Estas indicaciones no deben situarse en los tornillos o en otras partes que podrían retirarse cuando se conectan los conductores.

1.7.8 Controles e indicadores

1.7.8.1 Identificación, localización y marcado

A menos que sea claramente innecesario, los indicadores, interruptores y otros controles que afectan a la seguridad deben identificarse o colocarse de manera que se indique claramente la función que controlan.

El marcado e indicaciones de los interruptores y otros controles deben colocarse:

- encima o junto al interruptor o el control, o
- en algún otro lugar en el que quede claro el interruptor o control al que se refiere el marcado.

Las indicaciones utilizadas para este propósito deben, siempre que sea posible, ser perfectamente comprensibles sin conocimiento de idiomas, normas nacionales, etc.

1.7.8.2 Colores

Cuando la seguridad esté implicada, los colores de los controles y de los indicadores deben cumplir con la norma indicada en el inciso P.19 del apéndice P. Cuando los colores se utilicen para controles o indicadores funcionales, se permite usar cualquier color, incluido el rojo, siempre y cuando la seguridad no esté implicada.

1.7.8.3 Símbolos

Cuando se usan símbolos en o cerca de los controles (por ejemplo, interruptores y botones) para indicar los estados "ENCENDIDO" y "APAGADO", éstos deben ser la línea | para "ENCENDIDO" y el círculo O para "APAGADO". Para interruptores de tipo push-push debe utilizarse el símbolo ⏼ .

Se permite utilizar el uso de los símbolos O y | para indicar las posiciones "APAGADO" y "ENCENDIDO" de cualquier interruptor de alimentación primario o secundario, incluyendo los interruptores de aislamiento.

El estado de "ESPERA" (STAND-BY) debe indicarse mediante el símbolo ⏻ .

1.7.8.4 Marcado utilizando figuras

Si se utilizan figuras para indicar las diferentes posiciones de un control debe utilizarse la cifra 0 (cero) para indicar la posición de "APAGADO" y las cifras mayores deben utilizarse para indicar salidas, entradas, etc. superiores.

1.7.9 Aislamiento de fuentes de alimentación múltiples

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Cuando exista más de una conexión que suministra **tensiones peligrosas** o **niveles de energía peligrosos** al equipo, debe proporcionarse un marcado prominente situado próximo al acceso a las partes peligrosas previstas para **personal de mantenimiento**, para indicar qué dispositivo o dispositivos de desconexión aíslan el equipo totalmente y qué dispositivos de desconexión pueden utilizarse para aislar cada sección del equipo.

1.7.10 Termostatos y otros dispositivos de regulación

Los **termostatos** y dispositivos de regulación similares, destinados a ajustarse durante su instalación o uso normal, deben suministrarse con una indicación de la dirección de ajuste para incrementar o reducir el valor de la característica que se ajusta. Se permite la indicación con los símbolos + y −.

1.7.11 Durabilidad

Cualquier marcado requerido por esta Norma Mexicana debe ser duradero y legible. Considerando la durabilidad del marcado, debe tenerse en cuenta el efecto de una utilización normal.

La conformidad se verifica por inspección y frotando el marcado a mano durante 15 s con un trozo de tela empapado en agua y de nuevo durante otros 15 s con un trozo de tela empapado en alcohol de petróleo. Tras este prueba el marcado debe seguir siendo legible; no debe ser posible retirar las placas de marcado fácilmente ni deben mostrar ondulaciones.

El alcohol de petróleo a utilizar en este prueba es hexano en disolvente alifático con un contenido máximo de aromáticos del 0.1 % en volumen, un valor de kauributanol de 29, una temperatura inicial de ebullición de aproximadamente 65 ºC, una temperatura final de ebullición de aproximadamente 69 ºC y una masa por unidad de volumen de aproximadamente 0.7 kg/l.

Como alternativa se permite utilizar un hexano apropiado como reactivo con un mínimo del 85 % como n-hexano.

NOTA: La designación "n-hexano" corresponde a la nomenclatura química para un hidrocarburo "normal" o de cadena recta. El alcohol de petróleo también puede estar identificado como hexano apropiado como reactivo.

1.7.12 Partes desmontables

El marcado requerido por esta Norma Mexicana no debe colocarse en partes desmontables que puedan reemplazarse de forma que el marcado se volvería confuso.

1.7.13 Baterías reemplazables

Si el equipo se suministra con baterías reemplazables y si reemplazarlas por un tipo incorrecto pudiera producir una explosión (por ejemplo, con algunas baterías de litio), se aplica lo siguiente:

- si la batería está situada en una **zona de acceso del operador**, debe colocarse un marcado junto a la batería o un aviso con las instrucciones de funcionamiento y de mantenimiento;

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- si la batería está situada en algún otro lugar del equipo, debe colocarse un marcado junto a la batería o un aviso con las instrucciones de mantenimiento.

Este marcado o aviso debe incluir el texto siguiente o uno similar:

PRECAUCIÓN
RIESGO DE EXPLOSIÓN EN CASO DE SUSTITUCIÓN DE LA BATERÍA
POR UNA DE TIPO INCORRECTO
DESHÁGASE DE LAS BATERÍAS USADAS DE ACUERDO CON LAS INSTRUCCIONES

1.7.14 Equipo para zonas de acceso restringido

Para equipos destinados solamente para su instalación en **zonas de acceso restringido**, las instrucciones de instalación deben contener un aviso a tal efecto.

2 PROTECCIÓN CONTRA LOS PELIGROS

2.1 Protección contra choques eléctricos y peligros de energía

2.1.1 Protección en zonas de acceso del operador

Este inciso especifica los requisitos para la protección contra los choques eléctricos de las partes con tensión basándose en el principio de que se permite el acceso al **operador** a:

- partes vivas de **circuitos MBTS**; y
- partes vivas de **circuitos para limitar la corriente**; y
- **circuitos TNV** bajo las condiciones especificadas en el inciso 2.1.1.1.

El acceso a otras partes con tensión y a su aislamiento se restringe según se especifica en el inciso 2.1.1.1.

Requisitos adicionales para la protección contra los peligros de energía se especifican en el inciso 2.1.1.5 y 2.1.1.8.

2.1.1.1 Acceso a partes energizadas

El equipo debe estar construido de manera que en la **zona de acceso del operador** haya una protección adecuada contra el contacto con:

- partes vivas de **circuitos MBT**; y
- partes vivas a **tensión peligrosa**; y
- **aislamiento sólido** que proporciona **aislamiento funcional** o el **aislamiento básico** de partes o cableado en **circuitos MBT**, excepto según se especifica en el inciso 2.1.1.3; y
- **aislamiento sólido** que proporciona aislamiento funcional o el aislamiento básico de partes o cableado a tensión peligrosa; y

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

NOTA: El **aislamiento funcional** incluye, pero no está limitado a, aislamiento, tal como laca, esmalte basado en disolvente, papel ordinario, algodón y película de óxido, o aislamientos retirables tales como perlas aislantes y compuestos de sellado distintos de la resina autoendurecible.

- partes conductoras no puestas a tierra separadas de **circuitos MBT** o de partes a **tensión peligrosa** solamente mediante **aislamiento funcional** o **básico**; y

- partes vivas de **circuitos TNV**, excepto cuando se permite el acceso a:

  a) contactos o conectores que no se pueden tocar con el dedo de prueba (figura 2C);

  b) partes conductoras desnudas en el interior de un compartimento de baterías que cumple con el inciso 2.1.1.2;

  c) partes conductoras desnudas de **circuitos TNV-1** que tienen algún punto conectado según se recoge en el inciso 2.6.1 d) a una terminal de puesta a tierra de protección;

  d) partes conductoras desnudas de conectores en **circuitos TNV-1** que están separadas de partes conductoras no puestas a tierra accesibles del equipo de acuerdo con el inciso 6.2.1.

NOTAS:

1) Una aplicación típica es la cubierta de un conector coaxial.

2) El acceso a **CIRCUITOS TNV-1** y **CIRCUITOS TNV-3** mediante otros circuitos está también restringido, en algunos casos, de acuerdo con el inciso 6.2.1.

Se permite el acceso sin restricciones a **circuitos para limitar la corriente**.

Estos requisitos se aplican a todas las posiciones del equipo cuando está cableado y se hace funcionar como en utilización normal.

La protección debe lograrse por aislamiento o por protectores o por el uso de interruptores.

La conformidad se verifica por todo lo siguiente:

a) Inspección.

b) Un prueba con el dedo de prueba, figura 2A, que no debe tocar las partes descritas anteriormente cuando se aplique a aberturas en los **gabinetes** después de retirar las partes que puede retirar un **operador**, incluyendo portafusibles, y con las puertas y cubiertas de acceso al OPERADOR abiertas. Se permite dejar las lámparas en su sitio para este prueba. Los conectores que pueda separar un **operador**, aparte de aquellos que cumplan con las normas indicadas en los incisos P.18, P.20, P.21, P.22 o P.23, también deben probarse durante la desconexión.

c) Un prueba con la espiga de prueba, figura 2B, que no debe tocar las partes vivas a **tensiones peligrosas** cuando se aplique a aberturas en un gabinete **eléctrico** externa. Las partes que puede separar un **operador**, incluyendo portafusibles y lámparas, se dejan en su sitio y se cierran las puertas y cubiertas de acceso al **operador** durante este prueba.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

d) Un prueba con la sonda de prueba, figura 2C, cuando proceda.

El dedo de prueba, la espiga de prueba y la sonda de prueba se aplican como se menciona anteriormente, sin fuerza apreciable, en todas las posiciones posibles, excepto que los equipos que se apoyan en el suelo con una masa superior a 40 kg no se inclinan. Los equipos destinados a empotrarse o montarse en un armario, o a incorporarse en otros equipos más grandes, se prueban con el acceso al equipo limitado de acuerdo al método de montaje detallado en las instrucciones de instalación.

Las aberturas que impiden la entrada del dedo de prueba, prueba b) anterior, se prueban adicionalmente por medio de una versión rígida sin articulaciones del dedo de prueba aplicado con una fuerza de 30 N. Si el dedo rígido entra, se repite la prueba b) excepto que el dedo se empuja a través de la abertura utilizando la fuerza necesaria hasta un máximo de 30 N.

NOTA: Si se utiliza un indicador de contacto eléctrico para mostrar el contacto, debe tenerse cuidado de asegurar que la aplicación de la prueba no daña los componentes de los circuitos electrónicos.

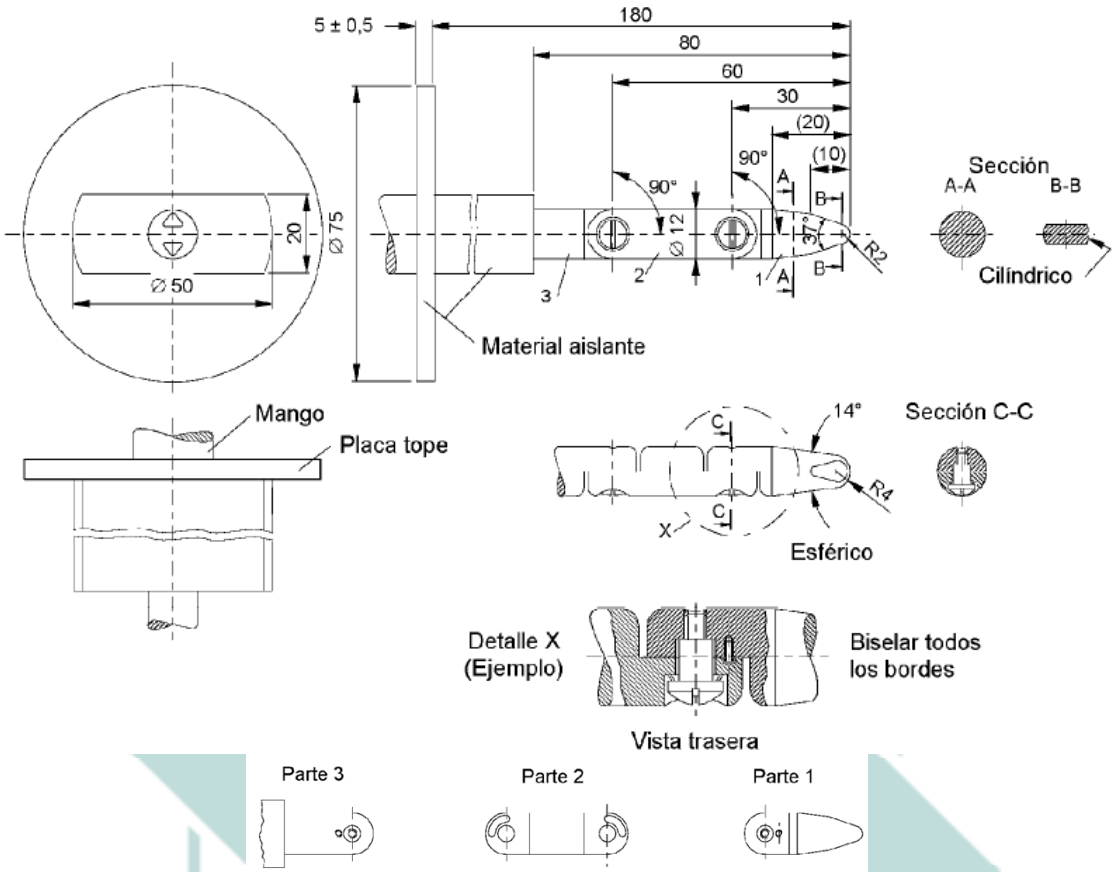
Cuando el contacto entre la herramienta de prueba y la parte no se permita en los pruebas anteriores, no hay requisito para una distancia mínima a través de aire para tensiones que no superen 1 000 V en c.a. o 1 500 V en c.c. Para tensiones más altas debe existir una distancia a través de aire entre la parte a **tensión peligrosa** y el dedo de prueba, figura 2A, o la espiga de prueba, figura 2B, situado en su posición más desfavorable. Esta distancia, véase la figura 2D, debe:

- tener una longitud mínima igual a la **distancia en el aire** mínima para el AISLAMIENTO BÁSICO especificada en el inciso 2.10.3 (o apéndice G); o

- debe soportar la prueba de rigidez dieléctrica apropiado del inciso 5.2.2.

Si los componentes son móviles, por ejemplo, con el fin de tensar correas, se realiza la prueba con el dedo de prueba estando cada componente en su posición más desfavorable dentro del intervalo de ajuste, quitando la correa para este fin, si es necesario.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



Medidas lineales en milímetros

FIGURA 2A.- Dedo de prueba

Tolerancias para dimensiones sin tolerancias específicas:

- ángulos de 14º y 37º: ±15’
- radios: ±0.1 mm
- dimensiones lineales:

≤ 15 mm:	0 -0.1	mm
› 15 mm≤ 25 mm:	±0.1 mm	
› 25 mm:	±0.3 mm	

Material del dedo: por ejemplo, acero tratado térmicamente.

Ambas articulaciones de este dedo pueden doblarse un ángulo de $90°^{+10°}_{0}$ pero en una y la misma dirección solamente.

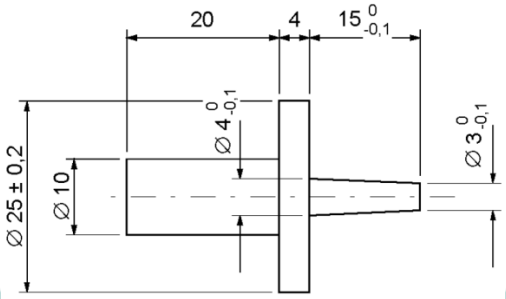
NOTAS:

1) La utilización de la solución de la espiga y la ranura es solamente uno de los posibles enfoques para limitar el doblado a 90º. Por este motivo, las dimensiones y tolerancias de estos detalles no se dan en el dibujo. El diseño real tiene que asegurar un doblado de 90º con una tolerancia de 0º a +10º.

2) Las dimensiones entre paréntesis son para información solamente.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

3) El dedo de prueba se toma de la figura 2 de la NMX-I-61032-NYCE, sonda de prueba B. En algunos casos, las tolerancias son distintas.

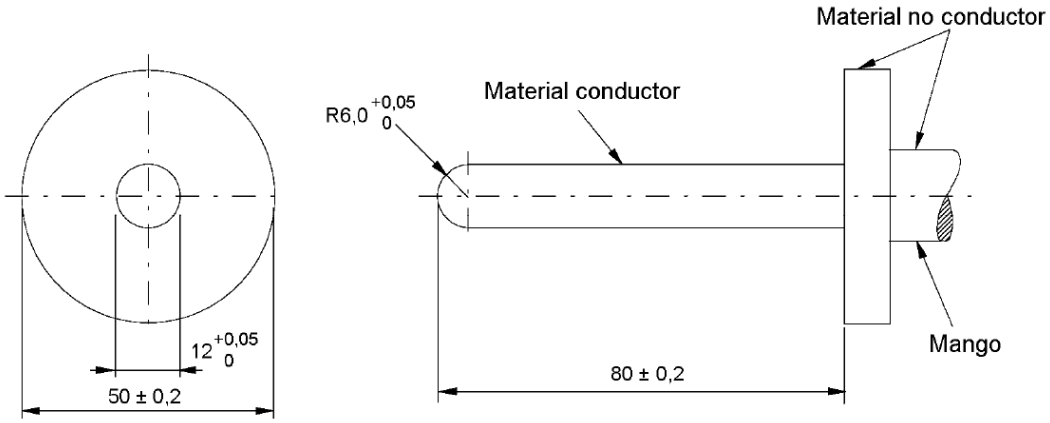


Dimensiones en milímetros

FIGURA 2B.- Espiga de prueba

Las dimensiones del mango (ø 10 y 20) no son críticas.

NOTA: Las dimensiones de la espiga de prueba son las dadas en la figura 9 de la NMX-I-61032-NYCE, sonda de prueba 13. En algunos casos las tolerancias son distintas.



medidas en milímetros

FIGURA 2C.- Sonda de prueba

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

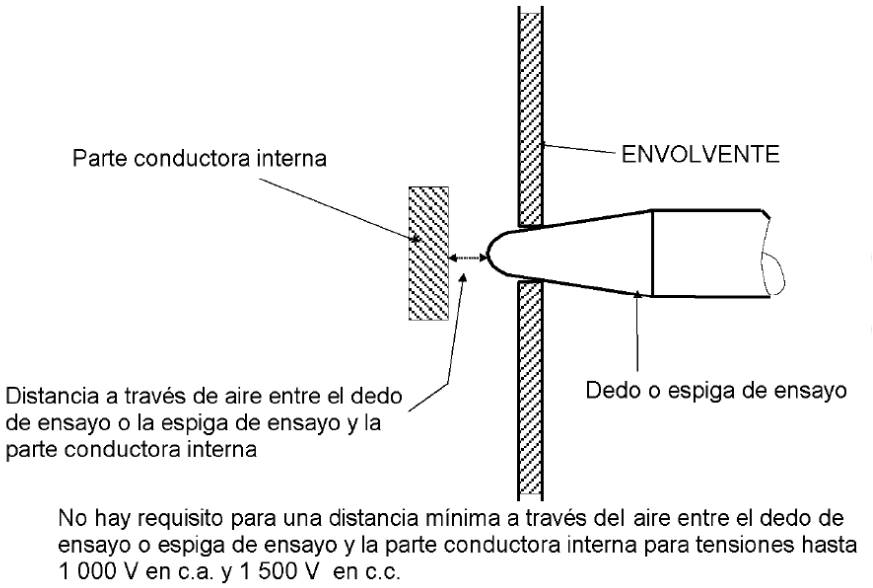

Parte conductora interna
ENVOLVENTE
Distancia a través de aire entre el dedo de ensayo o la espiga de ensayo y la parte conductora interna
Dedo o espiga de ensayo
No hay requisito para una distancia mínima a través del aire entre el dedo de ensayo o espiga de ensayo y la parte conductora interna para tensiones hasta 1 000 V en c.a. y 1 500 V en c.c.

FIGURA 2D.- Accesibilidad de las partes conductoras internas

2.1.1.2 Compartimiento de baterías

Si se cumplen todas las condiciones siguientes, se permite el acceso del **operador** a partes conductoras desnudas de **circuitos TNV** dentro de un compartimento de batería en los equipos:

- el compartimento tiene una puerta que requiere de una técnica concreta para su apertura, tal como la utilización de una **herramienta** o un dispositivo de interruptores; y

- el **circuito TNV** no es accesible cuando la puerta está cerrada; y
- hay un marcado junto a la puerta, o en la puerta si ésta se encuentra fijada al equipo, con instrucciones para la protección del **usuario** una vez que la puerta está abierta.

Un ejemplo de instrucción aceptable es información indicando que el cable del teléfono ha de desconectarse antes de la apertura de la puerta.

La conformidad se verifica por inspección.

2.1.1.3 Acceso a cableado MBT

Se permite que sea accesible a un **operador** el aislamiento del cableado interno en un **circuito MBT** siempre que:

a) el aislamiento cumpla los requisitos para **aislamiento suplementario** detallados en el inciso 3.1.4; o

b) se aplique todo lo siguiente:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- el cableado no necesita ser manejado por el **operador** y está situado de forma que sea poco probable que el **operador** tire de él, o está fijado de manera que los puntos de conexión no se encuentran sometidos a esfuerzos; y

- se sitúa y se fija el cableado de manera que no toca partes conductoras accesibles que no están puestas a tierra; y

- el aislamiento satisface la prueba de rigidez dieléctrica del inciso 5.2.2 para **aislamiento suplementario**; y

- la distancia a través del aislamiento no es menor que la dada en la tabla 2A.

TABLA 2A.- Distancia a través del aislamiento del cableado interno

TENSIÓN DE TRABAJO (en caso de falla del *Aislamiento Básico*)		**Mínima distancia a través del aislamiento mm**
V cresta o en c.c.	**V eficaz (r.c.m.) (sinusoidal)**	
Mayor de 71, hasta 350 inclusive	Mayor de 50, hasta 250 inclusive	0.17
Mayor de 350	Mayor de 250	0.31

La conformidad se verifica por inspección y por medición y por la prueba del inciso 5.2.2.

2.1.1.4 Acceso a cableado de circuito a tensión peligrosa

Donde el aislamiento del cableado interno a **tensión peligrosa** sea accesible al **operador** o no esté situado y fijado para impedir que toque partes conductoras accesibles que no están puestas a tierra, debe cumplir los requisitos del inciso 3.1.4 para **aislamiento doble** o **reforzado**.

La conformidad se verifica por inspección y por medición y si es necesario, por prueba.

2.1.1.5 Peligros de energía

No deben existir riesgos de lesiones debido a un peligro de energía en una **zona de acceso al operador**.

La conformidad se verifica por inspección y por medición y si es necesario, por pruebas.

a) Existe un riesgo de lesión debido a un peligro de energía si es probable que al menos dos o más partes vivas (donde una puede estar puesta a tierra), entre las que existe un **nivel de energía peligroso**, se puentearán mediante un objeto metálico.

b) La probabilidad de puentear las partes consideradas se determina mediante el dedo de prueba, figura 2A (véase el inciso 2.1.1.1), en posición recta. No debe ser posible puentear las partes con este dedo de prueba, aplicado sin fuerza apreciable.

c) La existencia de un **nivel de energía peligroso** se determina como sigue:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

1) se conecta una carga resistiva variable entre las partes consideradas y se ajusta para obtener un nivel de 240 VA, con el equipo funcionando en las condiciones normales de funcionamiento. Si es necesario, se ajusta más para mantener los 240 VA durante un periodo de 60 s. Si la tensión es de 2 V o superior, la potencia de salida está a un **nivel de energía peligroso**, a menos que un dispositivo de protección contra sobre corrientes se abra durante la prueba anterior, o que por cualquier otra razón la potencia no pueda mantenerse a 240 VA durante 60 s;

2) la energía almacenada en un capacitor es un **nivel de energía peligroso** si la tensión, V, es de 2 V o superior y la energía almacenada, E, calculada a partir de la siguiente ecuación es de 20 J o más:

$$E = 0.5CV^2 \times 10^{-6}$$

En donde
E es la energía, en joules (J);
C es la capacitancia, en microfarads (μF);
V es la tensión medida en las terminales del capacitor, en volts (V).

2.1.1.6 Controles manuales

Los ejes conductores de asas, mangos, palancas y elementos similares en **las zonas de acceso del operador** no deben estar conectados a partes a **tensiones peligrosas**, a **circuitos MBT** o a **circuitos TNV**.

Además, las asas, mangos, palancas y elementos similares conductores que se mueven manualmente en utilización normal y que están puestos a tierra solamente a través de un eje o un cojinete, deben:

- estar separados de las partes a **tensiones peligrosas** mediante **aislamiento doble** o **reforzado**; o
- tener las partes accesibles cubiertas mediante **aislamiento suplementario** para una **tensión peligrosa** y mediante **aislamiento básico** para un **circuito TNV**.

La conformidad se verifica por inspección, por medición y por las pruebas de rigidez dieléctrica del inciso 5.2.2.

2.1.1.7 Descarga de capacitores en el equipo

Los equipos deben diseñarse de manera que, en un punto externo accesible al **operador** de desconexión de una **red de alimentación**, el riesgo de choque eléctrico por carga almacenada en capacitores conectados en el equipo se reduzca. No se requiere la prueba de choque eléctrico a menos que la tensión nominal de la **red de alimentación** supere 42.4 V cresta o 60 V en corriente continua.

La conformidad se verifica por inspección del equipo y de los diagramas de circuito aplicables, teniendo en cuenta la posibilidad de desconexión de la alimentación con el interruptor "ENCENDIDO/APAGADO" en cualquier posición.

Se considera que el equipo es conforme si cualquier capacitor con una capacidad nominal o marcada superior a 0.1 μF y en circuitos conectados a la **red de alimentación** tiene un medio de descarga con una constante de tiempo que no supere:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- 1 s para **equipos alimentados por toma de corriente tipo A**; y
- 10 s para **equipos alimentados por toma de corriente tipo B**.

La constante de tiempo correspondiente es el producto de la capacidad efectiva en microfaradios por la resistencia de descarga efectiva en MΩ. Si es difícil determinar los valores de capacidad y resistencia efectivas, puede utilizarse una medición de la caída de tensión en el punto de desconexión externa. Cuando se realice la medición de la caída de tensión, la medición se realiza ya sea o se refiere a un instrumento que tenga una impedancia de entrada consistente en una resistencia de 100 MΩ ± 5 MΩ en paralelo con una capacidad de entrada de 25 pF o menos.

NOTA: Durante un intervalo igual a una constante de tiempo, la tensión habrá caído al 37 % de su valor original.

2.1.1.8 Peligros de energía - red de alimentación en corriente continua

Los equipos deben diseñarse de manera que, en un punto externo accesible al **operador** de desconexión de una **red de alimentación en corriente continua**, estén en una de las situaciones siguientes:

- no haya **nivel de energético peligroso** (por ejemplo, debido a la carga almacenada en un capacitor o batería en el equipo, o una **red de alimentación en corriente continua** redundante para alimentación de seguridad), o

- el **nivel de energía peligroso** se elimina en los 2 s siguientes a la desconexión.

Los puntos externos de desconexión incluyen las clavijas de **equipos alimentados por toma de corriente** e interruptores de aislamiento externos al equipo.

La conformidad se verifica por inspección del equipo y los esquemas de circuito adecuados, teniendo en cuenta la posibilidad de desconexión de la alimentación con un interruptor "ENCENDIDO/APAGADO" en cada una de las posiciones.

Si es necesario la existencia de un **nivel de energía peligroso** se determina como sigue:

a) Capacitor conectado a la **red de alimentación en corriente continua**

Se realiza un prueba cuando el equipo funcione normalmente. La **red de alimentación en corriente continua** se desconecta y la tensión que atraviesa el capacitor (V) se mide 2 s después de la desconexión.

La energía almacenada se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$E = 0{,}5\ CV^2 \times 10^{-6}$$

donde
E es la energía, en joules (J);
C es la capacitancia, en microfarads (μF);
V es la tensión medida en las terminales del capacitor, en volts (V).

Un **nivel de energía peligroso** existe si la tensión, V, es igual a 2 V o superior, la energía almacenada, es superior a 20 J o más.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

b) Batería interna conectada a una **red de alimentación en corriente continua**

Se realiza un prueba con la **red de alimentación en corriente continua** desconectada y una carga resistiva variable conectada a las terminales de entrada donde **la red de alimentación en corriente continua** está normalmente conectada. El EBP se pone en funcionamiento mediante su batería interna. La carga variable se ajusta de manera que consuma 240 VA. Si es necesario se realizará un ajuste suplementario para mantener el valor de 240 VA durante un periodo de 60 s.

Si V es superior a 2 V, la potencia de salida es a **nivel de energía peligroso** a menos que un dispositivo de protección contra sobrecorrientes se abra durante la prueba anterior, o si por otra razón la potencia no pueda mantenerse en 240 VA durante un periodo de 60 s.

Si la potencia de salida presenta un **nivel de salida peligroso**, se realizará un prueba suplementario con la carga variable desconectada y el EBP puesto en funcionamiento desde la **red de alimentación en corriente continua**.

La alimentación se desconecta y el nivel de energía en las terminales de entrada, 2 s después de la desconexión, no debe ser a un **nivel de energía peligroso**.

NOTA: Se asume que es posible puentear las partes accidentalmente externas al equipo. No existe un prueba para determinar la probabilidad de puenteado de las partes.

2.1.1.9 Amplificadores de audio en equipos de tecnologías de la información

Los circuitos accesibles, terminales y partes de amplificadores de audio y de circuitos asociados deben cumplir con:

- el inciso 2.1.1.1 de esta Norma Mexicana; o
- el inciso 9.1.1 de la Norma Mexicana NMX-I-062-NYCE

La conformidad se verifica por inspección y si es necesario, por los pruebas del inciso 9.1.1 de la Norma Mexicana NMX-I-062-NYCE, durante los que los amplificadores de audio son puestos en funcionamiento de acuerdo con el inciso 4.2.4 de la Norma Mexicana NMX-I-062-NYCE.

2.1.2 Protección en zonas de acceso para mantenimiento

En una **zona de acceso para mantenimiento**, se aplican los siguientes requisitos.

Los requisitos del inciso 2.1.1.7 se aplican a todos los tipos de equipos y para los **equipos conectados permanentemente**, el límite de la constante de tiempo es de 10 s. Además, se aplican los requisitos del inciso 2.1.18.

Las partes vivas a **tensiones peligrosas** deben situarse o protegerse de manera que el contacto fortuito con dichas partes sea poco probable durante las operaciones de mantenimiento que involucren a otras partes del equipo.

Las partes vivas a **tensiones peligrosas** deben situarse o protegerse de manera que el cortocircuitado accidental con **circuitos MBTS** o con **circuitos TNV** (por ejemplo con **herramientas** o sondas de prueba utilizadas por el **personal de mantenimiento**) sea poco probable.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

No se especifica ningún requisito con respecto al acceso a **circuitos MBT** o a **circuitos TNV**. Sin embargo, las partes vivas que presenten un **nivel de energía peligroso** deben situarse o protegerse de manera que el puenteado fortuito por materiales conductores que pudieran estar presentes sea poco probable durante las operaciones de mantenimiento que involucren a otras partes del equipo.

Cualquier protección requerida para la conformidad con el inciso 2.1.2 debe ser de desmontaje y sustitución fácil si estas operaciones son necesarias para el mantenimiento.

La conformidad se verifica por inspección y por medición. Para decidir si el contacto fortuito es o no probable, se tiene en cuenta la forma en que el **personal de mantenimiento** necesita acceder a través o en las inmediaciones de partes vivas para llegar a otras partes. Para determinar el **nivel de energía peligroso** véase el inciso 2.1.1.5 c).

2.1.3 Protección en zonas de acceso restringido

Para equipos destinados a instalarse en **zonas de acceso restringido**, se aplican los requisitos para **zonas de acceso del operador**, excepto lo permitido en los siguientes cuatro párrafos.

En general, los requisitos de los incisos 2.1.1.7 y 2.1.1.8 se aplican a todos los tipos de materiales excepto a los **equipos conectados permanentemente**. Sin embargo, deben proporcionarse los marcados e instrucciones apropiados para la protección contra los peligros de energía si existe un **nivel de energía peligroso**.

Si se utiliza **un circuito secundario a tensión peligrosa** para alimentar un generador de señal de llamada de teléfono que sea conforme con el inciso 2.3.1 b), se permite el contacto con partes vivas del circuito con el dedo de prueba, figura 2A (véase el inciso 2.1.1.1). Sin embargo, dichas partes deben situarse o protegerse de manera que el contacto involuntario sea poco probable.

Las partes vivas que presenten un **nivel de energía peligroso** deben situarse o protegerse de manera que el puenteado involuntario con materiales conductores que podrían estar presentes sea poco probable.

No se especifica ningún requisito con respecto al contacto con partes vivas de **circuitos TNV-1, TNV-2 y TNV-3.**

La conformidad se verifica por inspección y por medición. Para decidir si el contacto involuntario es o no probable, se tiene en cuenta la necesidad de acceder a través o en las inmediaciones de partes vivas. Para determinar el **nivel de energía peligroso** véase el inciso 2.1.1.5 c).

2.2 Circuitos MBTS

2.2.1 Requisitos generales

Los **circuitos MBTS** deben presentar tensiones que sea seguro tocar tanto bajo condiciones de funcionamiento normal como después de una falla (véase el inciso 1.4.14). Si no se aplica ninguna carga externa al **circuito MBTS** (circuito abierto), no deben excederse los límites de tensión de los incisos 2.2.2 y 2.2.3.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

La conformidad con los incisos 2.2.1 a 2.2.4 se verifica por inspección y por las pruebas adecuadas.

2.2.2 Tensiones en condiciones normales

En un **circuito MBTS** o en **circuitos MBTS** interconectados, la tensión entre dos conductores cualesquiera del **circuito** o **circuitos MBTS** y entre cualquiera de estos conductores y la tierra (véase el inciso 1.4.9), no debe superar 42.4 V de cresta, o 60 V en c.c., bajo condiciones de funcionamiento normales.

NOTAS:

1) Un circuito que cumpla los requisitos anteriores, pero que esté sujeto a sobretensiones desde una **red de telecomunicación** o un **sistema de distribución por cable**, es un **circuito TNV-1**.

2) Para condiciones normales el límite de tensión el **circuito MBTS** es el mismo para un **circuito MBT**; un **circuito MBTS** puede considerarse como un **circuito MBT** con una protección adicional en condiciones de falla.

2.2.3 Tensiones bajo condiciones de falla

Con excepción de lo permitido en el inciso 2.3.2. 1 b), en caso de falla (véase el inciso 1.4.14), las tensiones entre dos conductores cualesquiera de uno o varios **circuitos MBTS,** entre cualquiera de estos conductores y la tierra (véase el inciso 1.4.9) no deben superar 42.4 V de cresta o 60 V en c.c. (V_1 en la figura 2E), durante más de 200 ms. Además, no debe superarse el límite de 71 V de cresta o 120 V en c.c (V_2 en la figura 2E).

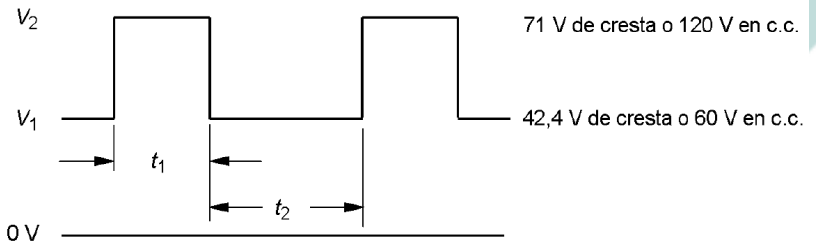


FIGURA 2E.- Tensiones en circuitos MBTS bajo condiciones de falla

Para tensiones de naturaleza repetitiva después de una falla (por ejemplo, de alimentaciones en modo de funcionamiento con "intermitencias"), se permiten pulsos adicionales que superen V_1 (pero que no superen V_2) en las siguientes condiciones:

- si $t_1 \leq 20$ ms, t_2 debe ser mayor de 1 s;
- si $t_1 > 20$ ms, t_2 debe ser mayor de 3 s; y
- t_1 no debe superar 200 ms.

Sólo se permite un pulso que supere V1 durante el periodo de tiempo t1, pero puede tener cualquier forma de onda.

Con excepción de lo permitido en el inciso 2.2.4, un **circuito MBTS** debe separarse de una parte a **tensión peligrosa** por una o más de las construcciones especificadas en el inciso 2.9.4.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Para algunas partes de un circuito (por ejemplo, un circuito transformador-rectificador) se permite la conformidad con todos los requisitos para **circuitos MBTS** y ser accesibles al **operador**, mientras que otras partes del mismo circuito no son conformes con todos los requisitos para **circuitos MBTS** y por tanto no se permiten que sean accesibles al **operador**.

2.2.4 Conexión de circuitos MBTS a otros circuitos

Se permite conectar un **circuito MBTS** a otros circuitos siempre que, cuando el **circuito MBTS** esté así conectado, se cumplan todas las condiciones siguientes:

- con excepción de lo permitido en los incisos 1.5.7 y 2.4.3, el **circuito MBTS** está separado mediante **aislamiento básico** de cualquier **circuito primario** (incluyendo el neutro) dentro del equipo; y

- el **circuito MBTS** cumple los límites del inciso 2.2.2 bajo condiciones de funcionamiento normales; y

- con excepción de lo especificado en el inciso 2.3.2.1b), el ***circuito MBTS*** cumple los límites del inciso 2.2.3 en caso de falla (véase el inciso 1.4.14) en el **circuito MBTS** o en el **circuito secundario** al cual el **circuito MBTS** está conectado.

Si un **circuito MBTS** está conectado a uno o más circuitos, el **circuito MBTS** es la parte que es conforme con los requisitos de los incisos 2.2.2 y 2.2.3.

Si un **circuito MBTS** está alimentado desde un **circuito secundario** que está separado de un circuito a **tensión peligrosa** mediante:

- **aislamiento doble** o **aislamiento reforzado**; o

- una pantalla conductora puesta a tierra que está separada de un circuito a **tensión peligrosa** mediante **aislamiento básico**;

el **circuito MBTS** debe considerarse como separado de un circuito a **tensión peligrosa** mediante el mismo método.

Si un **circuito MBTS** se crea a partir de un **circuito secundario a tensión peligrosa** y el **circuito secundario a tensión peligrosa** está separado del **circuito primario** por un **aislamiento doble** o por un **aislamiento reforzado**, el **circuito MBTS** debe permanecer dentro de los límites dados en el inciso 2.2.3 bajo las condiciones de falla (véase el inciso 1.4.14). En ese caso, para aplicar las condiciones de falla, el cortocircuito del aislamiento de un transformador que proporcione la separación entre el **circuito secundario** a **tensión peligrosa** y el **circuito MBTS** se considera como falla, siempre que el aislamiento del transformador satisfaga un prueba de rigidez dieléctrica para el **aislamiento básico** de acuerdo al inciso 5.2.2.

2.3 Circuitos TNV

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

2.3.1 Límites

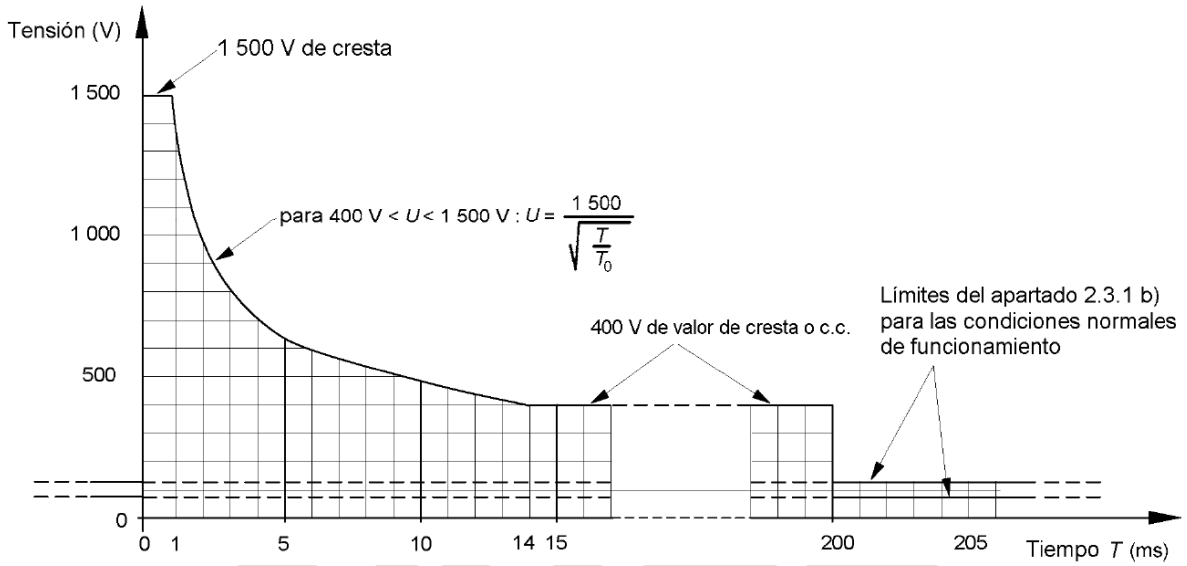
En un **circuito TNV** o en **circuitos TNV** interconectados, la tensión entre dos conductores cualesquiera de uno o varios **circuitos TNV** y entre cualquiera de estos conductores y la tierra (véase el inciso 1.4.9) debe ser conforme con lo siguiente:

a) circuitos TNV-1

Las tensiones no superan lo siguiente:

- los límites en el inciso 2.2.2 para un **circuito MBTS** bajo condiciones de funcionamiento normales;
- los límites de la figura 2f medidos a través de una resistencia de 5 000 Ω ± 2 % en caso de una falla (véase el inciso 1.4.14) dentro del equipo.

NOTA: En caso de una falla de aislamiento o de un componente, el límite después de 200 ms es el límite en el inciso 2.3.1 b) para un **circuito TNV-2 o TNV-3** para condiciones de funcionamiento normales.


Tensión (V)
1 500 V de cresta
1 500
1 000
500
0
para 400 V < U < 1 500 V : U = 1 500 / √(T/T0)
400 V de valor de cresta o c.c.
Límites del apartado 2.3.1 b) para las condiciones normales de funcionamiento
0 1 5 10 14 15 200 205
Tiempo T (ms)

U=V en volts
T en ms
T_0 = 1 ms

FIGURA 2F.- Tensiones máximas permitidas después de una falla

b) circuitos TNV-2 y circuitos TNV-3

Las tensiones superan los límites del inciso 2.2.2 para un **circuito MBTS** pero no superan lo siguiente:

- cuando están presentes señales de llamada de teléfono, las tensiones tales que la señal sea conforme con los criterios del capítulo M.2 o M.3;
- cuando no están presentes señales de llamada de teléfono;
    a) una combinación de tensión en corriente alterna y tensión en corriente continua bajo condiciones de funcionamiento normales tal que:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

$$\frac{V_{ca}}{71} + \frac{V_{cc}}{120} \leq 1$$

Donde:
*U*ca es el valor de cresta de la tensión en corriente alterna (V) a cualquier frecuencia;
*U*cc es el valor de la tensión en corriente continua (V).

NOTAS:

1) Cuando *U*cc es cero, *U*ca puede ser hasta 71 V de cresta.

2) Cuando *U*ca es cero, *U*cc puede ser hasta 120 V.

y

b) los límites de tensión de la figura 2F medidos a través de una resistencia de 5 000 Ω ± 2 % en caso de una falla (véase el inciso 1.4.14) dentro del equipo.

La conformidad se verifica por inspección y por medición.

NOTA: Pueden estar presentes señales de telégrafo y de teletipo en **redes de telecomunicación** existentes. Sin embargo, estas señales están consideradas obsoletas y sus características no se consideran en esta Norma Mexicana.

2.3.2 Separación de circuitos TNV de otros circuitos y de partes accesibles

2.3.2.1 Requisitos generales

NOTA: Véanse también los incisos 6.1.2, 6.2 y 7.3.

La separación de **circuitos MBTS**, **circuitos TNV-1** y partes conductoras accesibles con respecto a **circuitos TNV-2** y **circuitos TNV-3** debe ser tal que en caso de falla–(véase el inciso 1.4.14), se cumplen las dos condiciones siguientes:

a) las tensiones de los **circuitos TNV-1** no superan los límites de la figura 2F; y

b) las tensiones de los **circuitos MBTS** y las partes conductoras accesibles no superan los límites especificados en el inciso 2.3.1.b) para los **circuitos TNV-2** y **circuitos TNV-3** bajo condiciones de funcionamiento normales.

NOTAS:

1) Bajo condiciones de funcionamiento normales, se aplican siempre los límites del inciso 2.2.2 a cada **circuito MBTS** y parte conductora accesible.

2) Siempre se aplican los límites del inciso 2.3.1 a cada **circuito TNV**.

A criterio del fabricante, se permite tratar un **circuito TNV-1** o un **circuito TNV-2** como un **circuito TNV-3**. En este caso, el **circuito TNV-1** o el **circuito TNV-2** debe cumplir todos los requisitos de separación para un **circuito TNV-3**.

Debe utilizarse uno de los métodos especificados en los incisos 2.3.2.2, 2.3.2.3, 2.3.2.4 y 2.10.5.13.

La conformidad se verifica como se especifica en los incisos 2.3.2.2, 2.3.2.3, 2.3.2.4 ó 2.10.5.13.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

2.3.2.2 Protección pro aislamiento básico

Se cumplen los requisitos del inciso 2.3.2.1 si las partes están separadas por **aislamiento básico**.

La conformidad se verifica por inspección, por medición y por la prueba de rigidez dieléctrica del **aislamiento básico** y si es necesario, por simulación de fallas de componentes y de **aislamiento básico** (véase el inciso 1.4.14). Sin embargo, si del estudio de los diagramas del circuito es claro que los límites especificados en el inciso 2.3.1.b) no se superaran, no es necesario simular la falla de los componentes y del **aislamiento básico**.

NOTAS:

1) No se requiere la prueba del inciso 2.3.5.

2) Donde se proporcione **aislamiento básico** y el inciso 6.2.1 también se aplique a este aislamiento, la tensión de prueba prescrita en el inciso 6.2.2 es en la mayoría de los casos más alta que aquella para **aislamiento básico.**

2.3.2.3 Protección por puesta a tierra

Se considera que se cumplen los requisitos del inciso 2.3.2.1 si el **circuito MBTS**, **circuito TNV-1** o las partes conductoras accesibles están conectados al borne de tierra de protección principal de acuerdo con el inciso 2.6.1.c) o d); y se aplica uno de los puntos siguientes, a), b), c) o d).

a) Para **equipos alimentados por toma de corriente**, debe proporcionarse una terminal de puesta a tierra de protección separado además de la terminal de puesta a tierra de protección principal, si existe (véase el inciso 2.6.4.1). Las instrucciones de instalación deben especificar que este borne de puesta a tierra de protección separado esté permanentemente conectado a tierra.

b) Para **equipos alimentados por toma de corriente tipo B**, que tengan conexiones a las **redes de telecomunicación** o a los **sistemas de distribución por cable** que sean alimentados por toma de corriente, deben estar provistos de un marcado en el equipo y una declaración en las instrucciones de instalación. Deben especificar que el **usuario** ha de desconectar todos los conectores de la **red de telecomunicación** y del **sistema de distribución por cable** antes de desconectar el **cable de alimentación.**

c) Para **equipos alimentados por toma de corriente tipo A**, se aplican los requisitos del punto b) anterior y además las instrucciones de instalación deben especificar que tienen que instalarse por **personal de mantenimiento** y conectado a una toma de corriente con un contacto de puesta a tierra de protección.

d) Para **equipos conectados permanentemente** no hay requisitos adicionales.

NOTA: Si se proporciona una puesta a tierra que no cumple con los puntos a), b), c) o d), véase el inciso 2.3.2.4.

La conformidad se verifica por inspección y si es necesario, por simulación de las fallas de los componentes y del aislamiento que podrían ocurrir en el equipo (véase el inciso 1.4.14). Los límites de tensión especificados en el inciso 2.3.2.1 deben cumplirse.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Adicionalmente, debe realizarse la prueba del inciso 2.3.5 si el **circuito TNV-2** o el **circuito TNV-3** están previstos para recibir señales o potencia que se han generado externamente durante el funcionamiento normal (por ejemplo en una **red de telecomunicación**). Las primeras fallas no se simulan mientras se realice la prueba del inciso 2.3.5.

Previamente a los pruebas anteriores, el aislamiento que no cumple los requisitos para el **aislamiento básico** se cortocircuita. Sin embargo, si la simulación de fallas pudiera ser más severa si se realiza sin el cortocircuito del aislamiento, la prueba se realiza sin cortocircuitado.

2.3.2.4 Protección por otras construcciones

Se permiten otras construcciones si aseguran que los límites de tensión especificados en el inciso 2.3.2.1 se cumplen, pero no se basan en **aislamiento básico** o puesta a tierra, o por separación como se especifica en el inciso 2.10.5.13.

La conformidad se verifica por simulación de las fallas de componentes y aislamiento como está previsto que ocurra en el equipo (véase el inciso 1.4.14).

Si se proporciona puesta a tierra que no cumpla con los incisos 2.3.2.3 a), b), c) o d), se realizan los pruebas con el EBP no conectado a tierra. Los límites de tensión especificados en el inciso 2.3.2.1 deben cumplirse.

Adicionalmente, debe realizarse la prueba del inciso 2.3.5 si el **circuito TNV-2** o el **circuito TNV-3** están previstos para recibir señales o potencia que se han generado externamente durante el funcionamiento normal (por ejemplo en una **red de telecomunicación**).Los primeras fallas no se simulan mientras se realice la prueba del inciso 2.3.5.

Previamente a los pruebas anteriores, el aislamiento que no cumple los requisitos para el **aislamiento básico** se cortocircuita. Sin embargo, si la simulación de fallas pudiera ser más severa si se realiza sin el cortocircuito del aislamiento, la prueba se realiza sin cortocircuitado.

2.3.3 Separación de las tensiones peligrosas

Excepto lo permitido en el inciso 2.3.4, los **circuitos TNV** deben estar separados de los circuitos a **tensiones peligrosas** por una o más de las construcciones especificadas en el inciso 2.9.4.

La conformidad se verifica por inspección y por medición.

2.3.4 Conexión de circuitos TNV a otros circuitos

Excepto lo permitido en el inciso 1.5.7, se permite conectar un **circuito TNV** a otros circuitos, siempre y cuando esté separado por un **aislamiento básico** de cualquier **circuito primario** (incluyendo el neutro) dentro del equipo.

NOTA: Los límites del inciso 2.3.1 siempre se aplican a los **circuitos TNV**.

Si un **circuito TNV** se conecta a uno o más circuitos, el **circuito TNV** es aquella parte que cumple con el inciso 2.3.1.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Si un **circuito TNV** se alimenta por un **circuito secundario** que está separado de un circuito DE **tensión peligrosa** por:

- un **aislamiento doble** o **aislamiento reforzado**; o
- la utilización de una pantalla conductora puesta a tierra que está separada de un circuito de **tensión peligrosa** por un **aislamiento básico**;

el **circuito TNV** debe considerarse como separado del circuito a **tensión peligrosa** por el mismo método.

Si un **circuito TNV** se crea a partir de un **circuito secundario a tensión peligrosa** y el **circuito secundario a tensión peligrosa** está separado del **circuito primario** por un **aislamiento doble** o por un **aislamiento reforzado**, el **circuito TNV** debe permanecer dentro de los límites dados en el inciso 2.3.1 bajo las condiciones de falla (véase el inciso 1.4.14). En ese caso, para aplicar las condiciones de falla, el cortocircuito del aislamiento de un transformador que proporcione la separación entre el **circuito secundario a tensión peligrosa** y el **circuito TNV** se considera como falla, siempre que el aislamiento del transformador satisfaga una prueba de rigidez dieléctrica para el **aislamiento básico** de acuerdo al inciso 5.2.2.

La conformidad se verifica por inspección y por simulación de primeras fallas (véase el inciso 1.4.14) que tengan probabilidad de ocurrir en el equipo. Esta simulación de fallas no debe causar que la tensión en una resistencia de 5 000 Ω ± 2 %, conectada entre dos conductores cualesquiera del **circuito TNV** o entre uno de esos conductores y la tierra, esté fuera del área sombreada de la figura 2F (véase el inciso 2.3.1). La observación se continúa hasta que se consigan condiciones estables durante al menos 5 s.

2.3.5 Prueba para tensiones de funcionamiento generadas externamente

Este prueba se lleva a cabo sólo si se especifica en el inciso 2.3.2.3 ó 2.3.2.4.

Se utiliza un generador de prueba según especificaciones del fabricante, representando la máxima tensión normal de funcionamiento que se espera recibir de la fuente externa. En ausencia de esta especificación, se utiliza un generador de prueba que suministre 120 V ± 2V en corriente alterna a 50 Hz o 60 Hz y que tenga una impedancia interna de 1 200 Ω± 2 %.

NOTA: El generador de prueba anterior no se destina a representar las tensiones reales en la **red de telecomunicación** sino a aportar las tensiones en el **circuito del EBP** de una forma repetitiva.

El generador de prueba está conectado entre las terminales de la **red de telecomunicación** del equipo. Uno de los polos del generador de prueba está también conectado al borne de puesta a tierra del equipo (véase la figura 2G). La tensión de prueba se aplica durante un máximo de 30 min. Si está claro que no se producirá un mayor deterioro, la prueba se termina antes.

Durante la prueba, el **circuito MBTS**, el **circuito TNV-1** o las partes conductoras accesibles deben continuar siendo conformes con el inciso 2.2.2.

La prueba se repite tras invertir las conexiones de las terminales de la **red de telecomunicación** del equipo.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

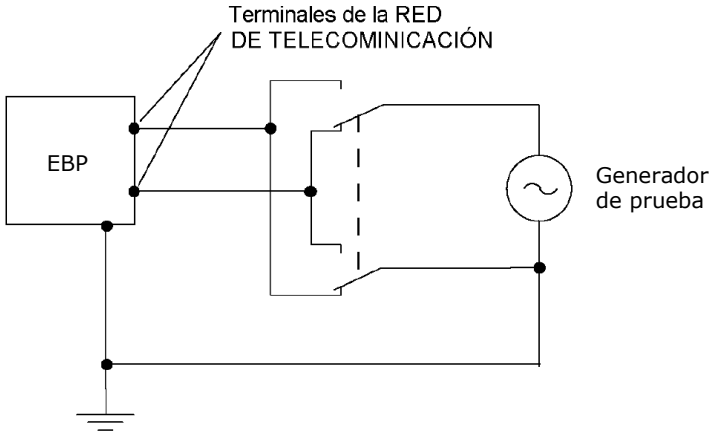


FIGURA 2G.- Generador de prueba

2.4 Circuitos para limitar la corriente

2.4.1 Requisitos generales

Los **circuitos para limitar la corriente** deben diseñarse de manera que los límites especificados en el inciso 2.4.2 no se excedan bajo condiciones normales de funcionamiento y en el caso de una falla en el equipo (véanse los incisos 1.4.14 y 1.5.7).

Excepto lo permitido en el inciso 2.4.3, la separación de las partes accesibles de los **circuitos para limitar la corriente** de otros circuitos debe realizarse como se describe en el inciso 2.2 para **circuitos MBTS.**

La conformidad con los incisos 2.4.1 a 2.4.3 se verifica por inspección, medición y cuando sea necesario, por prueba.

NOTAS:

1) Una parte conductora accesible o circuito separado de otra parte mediante **aislamiento doble** o **aislamiento reforzado** que esté puenteado por una resistencia o grupo de resistencias se trata como **circuito para limitar la corriente** (véase el inciso 1.5.7).

2) Un **circuito para limitar la corriente** se deriva de cualquier **circuito primario** o **circuito secundario**.

2.4.2 Valores límite

Para frecuencias que no excedan de 1 kHz, la corriente en régimen permanente a través de una resistencia no inductiva de 2 000 Ω ± 10 % conectada entre dos partes cualquiera de un **circuito para limitar la corriente**, o entre una parte cualquiera y tierra (véase el inciso 1.4.9), no debe exceder los 0.7 mA de valor de cresta, o 2 mA en corriente continua.

Para frecuencias superiores a 1 kHz, el límite de 0.7 mA se multiplica por el valor de la frecuencia en kilohertz pero no debe exceder los 70 mA, valor de cresta.

Como alternativa, se permite utilizar los instrumentos de medida del apéndice D en lugar de la resistencia no inductiva de 2 000 Ω ± 10 % mencionada anteriormente.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Cuando se utilicen los instrumentos de medida de la figura D.1, se mide la tensión, U_2 y se calcula la corriente dividiendo la tensión medida, U_2, por 500. El valor calculado no debe exceder de 0.7 mA de valor de cresta.

NOTA: Si uno de los lados del **circuito para limitar la corriente** tiene una conexión conductiva a tierra, el punto B del instrumento de medida de la figura D.1 debe conectarse a ese lado.

Al usar el instrumento de medida de la figura D.2, el valor medido de la corriente no debe exceder de 0.7 mA de valor de cresta.

Para las partes que no sobrepasen los 450 V valor de cresta o corriente continua, la capacitancia del circuito no debe exceder de 0.1 µF.

Para partes cuya tensión, V, sobrepase los 0.45 kV valor de cresta o corriente continua, pero no exceda 15 kV valor de cresta o corriente continua, la capacitancia del circuito no debe exceder de 45/V nF, donde V se expresa en kilovolts.

NOTA: El límite de 45/*V* corresponde a una carga disponible almacenada de 45 µC.

Para partes cuya tensión, V, sobrepase los 15 kV valor de cresta o corriente continua, la capacitancia del circuito no debe exceder de $700/V^2$ nF, donde V se expresa en kilovolts.

NOTA: El límite de $700/V^2$ corresponde a un nivel de energía disponible de 350 mJ.

2.4.3 Conexión de circuitos para limitar la corriente a otros circuitos

Se permite que los **circuitos para limitar la corriente** se alimenten desde o se conecten a otros circuitos, siempre y cuando las siguientes condiciones se cumplan:

- el **circuito para limitar la corriente** satisface los límites del inciso 2.4.2 bajo condiciones normales de funcionamiento;
- el **circuito para limitar la corriente** continua satisfaciendo los límites del inciso 2.4.2 en el caso de una falla de cualquier componente o aislamiento del **circuito para limitar la corriente**, o de cualquier componente o aislamiento del otro circuito al que está conectado.

Si un **circuito para limitar la corriente** se conecta a uno o más circuitos, el **circuito para limitar la corriente** es aquella parte que está en conformidad con los requisitos del inciso 2.4.1.

2.5 Fuentes de potencia limitada

Una fuente de potencia limitada debe ser conforme con uno de los siguientes puntos a), b), c) o d):

a) la salida está limitada inherentemente en conformidad con la tabla 2B; o

b) una impedancia lineal o no lineal limita la salida conforme con la tabla 2B. Cuando se utilice un dispositivo con coeficiente de temperatura positivo, debe:

- superar los pruebas especificados los capítulos 15, 17, J15 y J17 de la NMX-J-591/1-ANCE; o

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- cumplir los requisitos de la NMX-J-591/1-ANCE para un dispositivo tipo 2.AL.

c) una red de regulación o un circuito integrado (CI) limitador de corriente, limita la salida en conformidad con la tabla 2B, con y sin una falla simulado (véase el inciso 1.4.14) en la red de regulación o el CI limitador de corriente (circuito abierto o cortocircuito). Una sola falla entre la entrada y la salida no se lleva a cabo si el CI limitador de corriente se encuentra con un programa de prueba adecuado tal como el dado en el apéndice CC;

d) se usa un dispositivo de protección contra las sobre corrientes y la salida se limita en conformidad con la tabla 2C.

Cuando un dispositivo de protección, contra sobre corrientes se utiliza, debe existir un fusible o un dispositivo electromecánico no regulable y no rearmable.

Una fuente de potencia limitada funcionando desde una **red de alimentación en corriente alterna** o una fuente de potencia limitada funcionando desde una batería que se recarga desde una **red de alimentación en corriente alterna** mientras alimenta la carga, debe incorporar un transformador de aislamiento.

La conformidad se verifica por inspección, medición y cuando sea necesario, por examen de los datos proporcionados por el fabricante para las baterías. Las baterías deben estar completamente cargadas cuando se toman las medidas U_{oc} e I_{sc}, según las tablas 2B y 2C.

La carga no capacitiva referida en las tablas 2B y 2C está ajustada para dar el valor máximo medido de I_{sc} o S.

Las fallas simuladas en una red de regulación, requeridos según el punto c) anterior, se aplican bajo los valores máximos medidos anteriormente de I_{sc} o S.

TABLA 2B.- Límites para las fuentes de potencia sin dispositivos de protección contra sobre corrientes

Tensión de salida [a] (U_{OC})		**Corriente de salida[bd] (I_{SC}) A**	**Potencia aparente[cd] (S) VA**
V corriente alterna	**V corriente continua**		
≤30	≤30	≤8.0	≤100
-	$30 \leq U_{OC} \leq 60$	$\leq 150/U_{oc}$	≤100

[a] *U*oc: Tensión de salida medida de acuerdo con el inciso 1.4.5 con todos los circuitos de carga desconectados. Las tensiones son en corriente alterna prácticamente sinusoidal y de corriente continua sin rizado. Para las corrientes alternas no sinusoidales y para las corrientes continuas con rizado superior al 10 % del valor de cresta, la tensión de cresta no debe exceder los 42.4 V.
[b] *I*sc: Máxima corriente de salida con cualquier carga no capacitiva, incluyendo un cortocircuito.
[c] *S* (VA): Máxima salida en VA con cualquier carga no capacitiva.
[d] La medición de *I*sc y *S* se realiza 5 s después de la aplicación de la carga si la protección es mediante un circuito electrónico o un dispositivo de coeficiente de temperatura positivo y 60 s en otros casos.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 2C.- Límites para las fuentes de alimentación con un dispositivo de protección contra sobrecorriente

Tensión de salida[a] (V_{OC})		**Corriente de salida [bd] (I_{SC}) A**	**Potencia aparente [cd] (S) VA**	**Valor de la corriente nominal del dispositivo de protección contra sobre corrientes [e] A**
V corriente alterna	**V corriente continua**			
≤20	≤20	≤1 000 / V_{OC}	≤250	≤5.0
20<V_{OC}≤30	20<V_{OC}≤30			≤100/V_{OC}
-	30<V_{OC}≤60			≤100/V_{OC}

[a] V_{oc}: Tensión de salida medida de acuerdo con el inciso 1.4.5 con todos los circuitos de carga desconectados. Las tensiones son en corriente alterna prácticamente sinusoidal y de corriente continua sin rizado. Para las corrientes alternas no sinusoidales y para las corrientes continuas con un rizado superior al 10 % del valor de cresta, la tensión de cresta no debe exceder los 42.4 V.

[b] I_{sc}: Máxima corriente de salida con cualquier carga no capacitiva, incluyendo un cortocircuito, medida 60 s después de la aplicación de la carga.

[c] *S* (VA): Máxima salida en VA con cualquier carga no capacitiva medida 60 s después de la aplicación de la carga.

[d] Las impedancias limitadoras de corriente del equipo se mantienen en el circuito durante la medición pero todo dispositivo de protección contra sobre corrientes es desviado.

NOTA: La razón de llevar a cabo mediciones con el dispositivo de protección contra sobre corrientes desviado es determinar la cantidad de energía disponible para provocar posibles sobrecalentamientos durante el tiempo de funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobre corrientes.

[e] Los valores de la corriente nominal de los dispositivos de protección contra sobre corrientes se basan en fusibles e interruptores automáticos que abren el circuito en 120 s con una corriente igual al 210 % del valor de corriente especificado en la tabla.

2.6 Disposiciones para la puesta a tierra y el enlace

NOTA: Para requisitos adicionales sobre la puesta a tierra de equipos a conectar a **redes de telecomunicación**, véanse los incisos 2.3.2.3, 2.3.2.4, 2.3.3, 2.3.4, 6.1.1 y 6.1.2; y para **sistemas de distribución por cable**, véanse los incisos 7.2 y 7.4.1.

2.6.1 Puesta a tierra de protección

Las siguientes partes del equipo deben conectarse de manera segura a la terminal principal de puesta a tierra de protección del equipo:

a) partes conductoras accesibles que podrían asumir una **tensión peligrosa** en caso de una falla (véase el inciso 1.4.14).

b) partes que se requieran poner a tierra según requiere el inciso 2.9.4.d) o e).

c) **circuitos MBTS**, **circuitos TNV** y partes conductoras accesibles que se requieran poner a tierra de acuerdo con el inciso 2.3.2.3 o 2.3.2.4, si la fuente de potencia no es una **red de telecomunicación** o un **sistema de distribución por cable**.

d) **circuitos MBTS**, **circuitos TNV** y partes conductoras accesibles que se requieran poner a tierra de acuerdo con el inciso 2.3.2.3, si la fuente de potencia es una **red de telecomunicación** o un **sistema de distribución por cable**.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

e) Circuitos, pantallas de transformadores y componentes (como supresores de picos) que no pueden asumir una **tensión peligrosa** en el caso de una falla (véase el inciso 1.4.14) pero que requieran ponerse a tierra para reducir los transitorios que podrían afectar al aislamiento (para ejemplos véanse los incisos 6.2.1 y 7.4.1).

f) **circuitos MBTS** y **circuitos TNV** que requieran ponerse a tierra para reducir o eliminar la **corriente de contacto** en una **red de telecomunicación** o en **un sistema de distribución por cable** (véase el inciso 5.1.8.1).

NOTA: Las partes a), b) y c) normalmente transportarán corrientes de falla destinadas a hacer funcionar dispositivos de protección contra sobre corrientes. Las partes d), e) y f) transportarán otras corrientes.

En las **zonas de acceso para mantenimiento**, donde las partes conductoras como los bastidores de motor, chasis electrónicos, etc., podrían asumir **tensiones peligrosas** en el caso de una falla (véase el inciso 1.4.14), o estas partes conductoras deben conectarse a la terminal principal de puesta a tierra de protección o, si esto es imposible o irrealizable, un marcado conveniente debe indicar al **personal de mantenimiento** que esas partes no están puestas a tierra y deben revisarse para **tensiones peligrosas** antes de tocarse.

La conformidad se verifica por inspección y cuando sea apropiado, por la prueba especificada en el inciso 2.6.3.

2.6.2 Puesta a tierra funcional

En el caso de que la **puesta a tierra funcional** de las partes conductoras accesibles es necesario, todo lo siguiente se aplica al circuito de **puesta a tierra funcional**:

- el circuito de **puesta a tierra funcional** debe separarse de las partes a **tensiones peligrosas** del equipo por:

  a) **aislamiento doble** o **reforzado**; o
  b) una pantalla con puesta a tierra de protección u otra parte conductora con puesta a tierra de protección, separada de las partes a **tensiones peligrosas** por al menos un **aislamiento básico**; y

- se permite conectar el circuito de **puesta a tierra funcional** a una terminal de tierra de protección o a un **conductor de enlace de protección**; y
  las terminales de cableado a utilizar sólo para la **puesta a tierra funcional** no deben estar marcados por el símbolo o por el símbolo , excepto cuando el borne de cableado se suministre en un componente (por ejemplo, una placa de terminales) o subconjunto, en que el símbolo se permite; y

NOTA: Otras marcas tales como algunos de los símbolos, o si procede, se permiten.

- para conductores internos con **puesta a tierra funcional**, la combinación de colores verde . amarillo no debe usarse excepto en componentes multipropósito preensamblados (por ejemplo, cables multiconductores o filtros CEM); y

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- en los cables de alimentación donde se utiliza un conductor con un aislamiento verde y amarillo sólo para proporcionar la conexión a la **puesta a tierra funcional**:

  - el equipo no debe marcarse con el símbolo ; y
  - no hay más requisitos que aquellos mencionados en el inciso 3.1.9 relativos a la terminación de este conductor en el extremo de equipo.

La conformidad se verifica por inspección.

2.6.3 Conductor de puesta a tierra de protección y conductor de enlace de protección

2.6.3.1 Generalidades

Los **conductores de puesta a tierra de protección** y los **conductores de enlace de protección** deben tener una capacidad suficiente para transportar la corriente.

Los requisitos de los incisos 2.6.3.2, 2.6.3.3 y 2.6.3.4 se aplican a los **conductores de puesta a tierra de protección** y a los **conductores de enlace de protección** siempre y cuando estén conformes con los incisos 2.6.1 a), b) y c).

Para los **conductores de puesta a tierra de protección** y los **conductores de enlace de protección** que cumplan con el inciso 2.6.1 d), se aplican los requisitos del inciso 2.6.3.4 e).

Para los **conductores de puesta a tierra de protección** y los **conductores de enlace de protección** que cumplan con los incisos 2.6.1 e) y 2.6.1 f) y para los conductores de **puesta a tierra funcional**, la capacidad de transporte de corriente debe ser adecuada a la corriente real bajo operaciones normales de funcionamiento, de acuerdo con el inciso 3.1.1, es decir, no es requisito que los conductores transporten corrientes de falla a tierra.

2.6.3.2 Tamaño de los conductores de puesta a tierra de protección

Los **conductores de puesta a tierra de protección** en cables de alimentación suministrados con el equipo, deben cumplir con los tamaños mínimos de conductores de la tabla 3B (véase el inciso 3.2.5).
La conformidad se verifica por inspección y medición.

2.6.3.3 Tamaño de los conductores de enlace de protección

Los **conductores de enlace de protección** deben cumplir con uno de los siguientes puntos:

– los tamaños mínimos de conductor de la tabla 3B (véase el inciso 3.2.5); o

– los requisitos del inciso 2.6.3.4 y también, si las **características nominales de la corriente de protección** del circuito es mayor de 16 A, con los tamaños mínimos de conductor de la tabla 2D; o

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

– para componentes solos, no ser más pequeños que los conductores de alimentación al componente.

Las **características nominales de la corriente de protección** del circuito (utilizadas en la tabla 2D y en la prueba del inciso 2.6.3.4) dependen de la provisión y situación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente. Debe tomarse como el valor más pequeño de a) o b) o c), según sea aplicable.

a) Para **equipos alimentados por toma de corriente tipo A**, las **características nominales de la corriente de protección** son las de un dispositivo de protección contra sobre corrientes en el exterior del equipo (por ejemplo, en el cableado de un edificio, la clavija principal o en el estante del equipo) para proteger al equipo con un valor mínimo de 16 A.

NOTA: En muchos países, se considera 16 A como valor adecuado de la **característica nominal de la corriente de protección** del circuito.

b) Para **equipos alimentados por toma de corriente tipo B** y **equipos conectados permanentemente** (véase el inciso 2.7.1), la **característica nominales de la corriente de protección** es el valor asignado máximo del dispositivo de protección contra sobre corrientes especificado en las instrucciones de instalación del equipo a proporcionar en el exterior del equipo (véase el inciso 1.7.2.3).

c) Para cualquier equipo indicado anteriormente, la **característica nominal de la corriente de protección** es la del dispositivo de protección contra sobre corrientes, si se proporciona con o como parte del equipo, que protege el circuito o la parte que se requiere poner a tierra.

La conformidad se verifica por inspección y medición.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 2D.- Tamaño mínimo de los conductores de enlace de protección

Características nominales de la corriente de protección del circuito en consideración Hasta e inclusive A	Tamaño mínimo de los conductores	
	Sección mm^2	AWG o kcmil (sección en mm^2)
16	Tamaño no especificado	Tamaño no especificado
25	1.5	14 (2)
32	2,5	12 (3)
40	4,0	10 (5)
63	6.0	8 (8)
80	10	6 (13)
100	16	4 (21)
125	25	2 (33)
160	35	1 (42)
190	50	0 (53)
230	70	000 (85)
260	95	0000 (107)
300	120	250 kcmil (126)
340	150	300 kcmil (152)
400	185	400 kcmil (202)
460	240	500 kcmil (253)

NOTA:
Las dimensiones AWG y kcmil se suministran sólo para información. Las secciones asociadas se han redondeado para mostrar cifras significativas. AWG significa American Wired Gage y el término "cmil" se refiere a los mils circulares donde 1 cmil es igual al área de un círculo de diámetro 1 mil (una milésima de una pulgada). Estos términos se utilizan normalmente para designar tamaños de cables en America del Norte.

2.6.3.4 Resistencia de los conductores de puesta a tierra y sus terminaciones

Los conductores de puesta a tierra y sus terminaciones no deben tener una resistencia excesiva.

Los **conductores de puesta a tierra de protección** se consideran conformes sin necesidad de realizar la prueba.

Los **conductores de enlace de protección** que cumplan el tamaño mínimo de los conductores de la tabla 3B (véase el inciso 3.2.5) a lo largo de toda su longitud y cuyos terminales cumplan todos con los tamaños mínimos de la tabla 3E (véase el inciso 3.3.5) se consideran conformes sin necesidad prueba.

La conformidad se verifica por inspección, medición y para **conductores de enlace de protección** que no cumplan con los tamaños mínimos de la tabla 3B (véase el inciso 3.2.5) a lo largo de toda su longitud y cuyos terminales no cumplan todos con los tamaños mínimos de la tabla 3E (véase el inciso 3.3.5), por la siguiente prueba.

La caída de tensión en un **conductor de enlace de protección** se mide después de efectuar la prueba de corriente durante el tiempo que se especifica a continuación. La corriente de prueba puede ser tanto en corriente alterna como corriente continua y la tensión de prueba no debe exceder de 12 V. La medición se lleva a cabo entre el borne

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

principal de puesta a tierra de protección y el punto del equipo que de acuerdo con el inciso 2.6.1 se requiere poner a tierra. La resistencia del **conductor de puesta a tierra de protección** no se incluye en la medición. Sin embargo, si se suministra el **conductor de puesta a tierra de protección** con el equipo, se permite incluir el conductor en el circuito de prueba pero la medición de la caída de tensión se efectúa sólo desde el borne principal de puesta a tierra de protección y la parte del equipo a poner a tierra.

En aquel equipo donde la conexión a tierra de protección a un subconjunto o a una unidad separada se realiza mediante un cable de núcleo simple o múltiple y que también suministre alimentación a ese subconjunto o unidad, la resistencia del **conductor de enlace de protección** en ese cable no está incluida en la medición. Sin embargo, esta opción sólo está permitida si el cable está protegido por un dispositivo de protección de características nominales apropiadas que tenga en cuenta el tamaño del conductor.

Si la protección del **circuito MBTS** o el **circuito TNV** se consigue por la puesta a tierra del propio circuito protegido de acuerdo con el inciso 2.9.4 e), los límites de resistencia y caída de tensión se aplican entre el lado puesto a tierra del circuito protegido y el borne principal de puesta a tierra de protección.

Si el circuito está protegido por puesta a tierra del devanado de un transformador que alimenta el circuito protegido, los límites de resistencia y caída de tensión se aplican entre el lado no puesto a tierra del devanado y el borne principal de puesta a tierra de protección. El **aislamiento básico** entre los devanados primario y secundario no está sometido a la prueba de falla requerido por los incisos 5.3.7 y 1.4.14.

Se tiene cuidado para que la resistencia de contacto entre la punta de la sonda de medida y la parte conductora sometida a prueba no influya en los resultados de la prueba.

La corriente de prueba, la duración de la prueba y los resultados de la prueba son los siguientes:

a) Para equipos alimentados desde la **red de alimentación**, si la **característica nominal de la corriente de protección** del circuito sometido a prueba (véase el inciso 2.6.3.3) es 16 A o inferior, la corriente de prueba es el 200 % de la **característica nominal de la corriente de protección** aplicado durante 120 s.

   La resistencia del **conductor de enlace de protección**, calculado desde la caída de tensión, no debe exceder 0.1 Ω. Después de la prueba el **conductor de enlace de protección** no debe estar dañado.

b) Para equipos alimentados desde la **red de alimentación en corriente alterna**, si la **característica nominal de la corriente de protección** del circuito sometido a prueba es superior a 16 A, la corriente de prueba es el 200 % de la **característica nominal de la corriente de protección** y la duración de la prueba se muestra en la tabla 2E.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 2E.-Duración de la prueba, red de alimentación en corriente alterna

CARACTERÍSTICA NOMINAL DE LA CORRIENTE DE PROTECCIÓN del circuito (I_{pc}) A	Duración de la prueba Min
≤ 30	2
30 < I_{pc} ≤ 60	4
60 < I_{pc} ≤ 100	6
100 < I_{pc} ≤ 200	8
> 200	10

La caída de tensión a través del **conductor de enlace de protección** no debe exceder de 2.5 V. Después de la prueba el **conductor de enlace de protección** no debe estar dañado.

c) Como alternativa al punto b) anterior, la prueba está basado en las características tiempo-corriente del dispositivo de protección contra sobre corrientes que limita la corriente de falla en el **conductor de enlace de protección**. Este dispositivo es el provisto en el EBP o el especificado en las instrucciones de instalación a proporcionar exteriores al equipo. La prueba se realiza al 200 % de la **característica nominal de la corriente de protección**, para una duración correspondiente al 200 % de la característica tiempo-corriente. Si no se da la duración para el 200 %, se utiliza el punto más cercano sobre la característica tiempo-corriente.

La caída de tensión a través del **conductor de enlace de protección** no debe exceder de 2.5 V. Después de la prueba el **conductor de enlace de protección** no debe estar dañado.

d) Para equipos alimentados desde la **red de alimentación en corriente continua**, si la **característica nominal de la corriente de protección** del circuito sometido a prueba supera 16 A, la corriente de prueba y la duración son las especificadas por el fabricante.

La caída de tensión a través del **conductor de enlace de protección** no debe exceder de 2,5 V. Después de la prueba el **conductor del enlace de protección** no debe estar dañado.

e) Para los **conductores de enlace de protección** que cumplen con el inciso 2.6.1 d), la corriente de prueba es un 150 % de la corriente máxima disponible bajo condiciones de funcionamiento normales de la **red de telecomunicaciones** o del **sistema de distribución por cable** (si se conoce) con un mínimo de 2 A, aplicado durante 120 s. La caída de tensión a través del **conductor de enlace de protección** no debe exceder de 2.5 V.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

2.6.3.5 Color del aislamiento

El aislamiento del **conductor de puesta a tierra de protección** en los cables de alimentación suministrados con el equipo debe ser verde y amarillo.

Si el **conductor de enlace de protección** está aislado, el aislamiento debe ser verde - amarillo excepto en los dos casos siguientes:

- para una puesta a tierra trenzada, el aislamiento debe ser verde y amarillo o transparente;
- para un **conductor de enlace de protección** en conjuntos como cables de cinta, barras colectoras, cableados impresos, etc., cualquier color se permite siempre y cuando no sea probable que se produzcan problemas de interpretación de la utilización del conductor.

Excepto lo permitido en el inciso 2.6.2, la combinación de colores verde y amarillo se debe utilizar solamente para identificar los **conductores de puesta a tierra de protección** y los **conductores de enlace de protección**.

La conformidad se verifica por inspección.

2.6.4 Terminales

2.6.4.1 Generalidades

Los requisitos de los incisos 2.6.4.2 y 2.6.4.3 se aplican solamente a las terminales de puesta a tierra de protección siempre y cuando sean conformes con los incisos 2.6.1 a), b) y c).

NOTA: Para requisitos adicionales relativos a terminales, véase el inciso 3.3.

Para la puesta a tierra de protección suministrada para cumplir con los incisos 2.6.1 d), e) y f), es suficiente para las terminales la conformidad con el inciso 3.3.

2.6.4.2 Terminales de puesta a tierra de protección y de enlace de protección

El equipo que requiera tener una puesta a tierra de protección debe tener una terminal principal de puesta a tierra de protección. Para equipos con **cables de alimentación desmontables**, el borne de puesta a tierra en la entrada de aparato se considera como el borne principal de puesta a tierra de protección.

Si el equipo se suministra con más de una conexión de alimentación (por ejemplo, con diferentes tensiones o frecuencias o alimentación de respaldo), se permite tener una terminal principal de puesta a tierra de protección asociado con cada conexión de alimentación. En estos casos, las terminales deben dimensionarse de acuerdo con el valor de corriente de la alimentación asociada.

Las terminales deben diseñarse para resistir aflojamientos accidentales del conductor. En general, los diseños más comunes utilizados para terminales que transportan corriente, diferentes a algunas terminales de tipo agujero, tienen una resiliencia suficiente para

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

cumplir con este requisito; para otros diseños, deben usarse disposiciones especiales, tales como la utilización de partes con resiliencia adecuada y que no sea probable que se desmonten inadvertidamente.

Excepto lo mencionado a continuación, todas las terminales de puesta a tierra de protección de tipo agujero, espárrago roscado o tornillo y terminales de enlace de protección deben ser conformes con el tamaño mínimo requerido de la tabla 3E (véase el inciso 3.3.5).

Cuando una terminal para un **conductor de enlace de protección** no cumpla con la tabla 3E (véase el inciso 3.3.5), debe aplicarse la prueba del inciso 2.6.3.4 al camino del **conductor de enlace de protección** en el que se usa el borne.

El borne principal de puesta a tierra de protección para **equipos conectados permanentemente** debe:

- situarse de manera que sea fácilmente accesible mientras se realizan las conexiones de alimentación; y

- suministrarse con tipo agujero, terminales tipo espárrago roscado, tornillo, perno o similares, instalados de fábrica, junto con los medios de fijación necesarios, si es requisito tener **un conductor de puesta a tierra de protección** mayor de 7 mm² (3 mm de diámetro).

La conformidad se verifica por inspección y medición.

2.6.4.3 Separación entre un conductor de puesta a tierra de protección y conductores de enlace de protección

Deben suministrarse terminales de cableado separados, los cuales pueden estar en la misma barra colectora, uno para el **conductor de puesta a tierra de protección** o uno para cada **conductor de puesta a tierra de protección** si se suministra más de uno y uno o más para los **conductores de enlace de protección**.

Sin embargo, se permite suministrar un único borne de cableado de tipo tornillo o espárrago roscado en **equipos conectados permanentemente** que tengan un **cable de alimentación no desmontable** y en **equipos alimentados por toma de corriente** que tengan un **cable especial de alimentación no desmontable**, siempre y cuando la terminación del cableado del **conductor de puesta a tierra de protección** esté separada por una tuerca de aquella de los **conductores de enlace de protección**. El orden para apilar las terminaciones del **conductor de puesta a tierra de protección** y los **conductores de enlace de protección** no se especifica.

También se permite suministrar un único borne de cableado en equipos con una entrada de aparato.

La conformidad se verifica por inspección.

2.6.5 Integridad de la puesta a tierra de protección

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

2.6.5.1 Interconexión del equipo

En un sistema de equipos interconectados, la conexión de puesta a tierra de protección debe asegurarse para todo equipo que requiera una conexión de puesta a tierra de protección, independientemente de la disposición de los equipos en el sistema.

Todo equipo que contenga un **conductor de enlace de protección** para mantener la continuidad de los circuitos de puesta a tierra de protección a otros equipos del sistema, no deben marcarse con el símbolo .

Estos equipos deben también suministrar alimentación a otros equipos del sistema (véase el inciso 2.6.5.3).

La conformidad se verifica por inspección.

2.6.5.2 Componentes en los conductores de puesta a tierra de protección y conductores de enlace de protección

Los **conductores de puesta a tierra de protección** y los **conductores de enlace de protección** no deben contener interruptores o dispositivos de protección contra sobre corrientes.

La conformidad se verifica por inspección.

2.6.5.3 Desconexión de la tierra de protección

Las conexiones de la puesta a tierra de protección deben ser de tal manera que la desconexión de una tierra de protección en un punto de una unidad o de un sistema no rompa la conexión de puesta a tierra de protección a otras partes o unidades en un sistema, a menos que el peligro aplicable se retire al mismo tiempo.

La conformidad se verifica por inspección.

2.6.5.4 Partes que puede desmontar un operador

Las conexiones de puesta a tierra de protección deben efectuarse antes y abrirse más tarde que las conexiones de alimentación en cada uno de los siguientes:

- el conector de una parte que puede desmontar un **operador**;
- una clavija en un cable de alimentación;
- un conector de aparato.

La conformidad se verifica por inspección.

2.6.5.5 Partes desmontadas durante el mantenimiento

Las conexiones de puesta a tierra de protección deben diseñarse de manera que no tengan que desconectarse durante el mantenimiento que no sea desmontar la parte que protegen, a menos que el peligro aplicable se retire en el mismo momento.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

La conformidad se verifica por inspección.

2.6.5.6 Resistencia a la corrosión

Las partes conductoras en contacto con conexiones, uniones y terminales de puesta a tierra de protección no deben estar sujetas a una corrosión significativa debido a una acción electroquímica en cualquier tipo de condiciones ambientales de trabajo, almacenamiento o transporte según se especifica en las instrucciones suministradas con el equipo. Las combinaciones por encima de la línea en el apéndice J deben evitarse. La resistencia a la corrosión puede conseguirse por medio de un procedimiento adecuado de chapado o de recubrimiento.

La conformidad se verifica por inspección y por referencia a la tabla de potenciales electroquímicos (apéndice J).

2.6.5.7 Tornillos para enlace de protección

NOTA: Los siguientes requisitos son adicionales a los del inciso 3.1.6.

Se permiten tornillos autoenroscables (tornillos autorroscantes por corte y tornillos autorroscantes por deformación) y rosca espaciada (hoja metálica) para proporcionar enlace de protección pero no deben interrumpir necesariamente la conexión durante el mantenimiento.

En cualquier caso, el espesor de la parte metálica en el punto donde el tornillo se enrosca no debe ser menor que el doble del paso de la rosca del tornillo. Se permite utilizar extrusión local de la parte metálica para incrementar el espesor efectivo.

Deben utilizarse al menos dos tornillos para cada conexión. Sin embargo, se permite utilizar un único tornillo autoenroscable siempre y cuando el espesor de la parte metálica en el punto donde el tornillo se enrosca tenga un mínimo de 0.9 mm para un tornillo del tipo autorroscante por deformación y 1.6 mm para un tornillo del tipo autorroscante por corte.

La conformidad se verifica por inspección.

2.6.5.8 Confianza en la red de telecomunicación o en el sistema de distribución por cable

La puesta a tierra de protección no debe confiarse a la **red de telecomunicación** o al **sistema de distribución por cable**.

La conformidad se verifica por inspección.

2.7 Protección contra sobre corrientes y contra fallas de tierra en los circuitos primarios

2.7.1 Requisitos básicos

La protección contra sobre corrientes, cortocircuitos y fallas de tierra en **circuitos primarios**, debe proporcionarse como parte integral del equipo o como parte de la instalación del edificio.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Si los **equipos alimentados por toma de corriente tipo B** o **equipos conectados permanentemente**, dependen de dispositivos de protección externos al equipo, las instrucciones de instalación del equipo deben indicarlo y también deben especificar los requisitos para la protección contra cortos-circuitos o sobre corrientes o, si es necesario, para ambos.

La conformidad se verifica por inspección.

2.7.2 Fallas no simulados en el inciso 5.3.7

La protección contra fallas no simuladas en el inciso 5.3.7 (por ejemplo, cortocircuitos de la puesta a tierra de protección desde el devanado en un **circuito primario**) no necesita acoplarse como parte integrante del equipo.

La conformidad se verifica por inspección.

2.7.3 Protección de respaldo contra los cortocircuitos

A menos que se incluya una apropiada protección de respaldo contra los cortocircuitos, los dispositivos de protección deben tener una adecuada capacidad de apertura (ruptura) para interrumpir la corriente máxima de falla que puede circular (incluyendo corriente de cortocircuito).

Para **equipos conectados permanentemente** o **equipos alimentados por toma de corriente tipo B**, se permite que la protección de respaldo contra los cortocircuitos esté en la instalación del edificio.

Para **equipos alimentados por toma de corriente tipo A**, se considera que la instalación del edificio proporciona protección de respaldo contra los cortocircuitos.

NOTA: Si se utilizan en **circuitos primarios** fusibles conforme con la familia de Normas Mexicanas NMX-I-270-NYCE, éstos deben tener una alta capacidad de ruptura (1 500 A) si la corriente de cortocircuito prevista excede de 35 A o 10 veces la corriente nominal del fusible, la que sea más grande.

La conformidad se verifica por inspección y por los pruebas del inciso 5.3.

2.7.4 Número y situación de los dispositivos de protección

Los sistemas o dispositivos de protección en **circuitos primarios** deben ser tantos y estar situados de manera que detecten e interrumpan el flujo de sobrecorriente en cualquier camino posible de corriente de falla (por ejemplo, entre líneas, entre línea y neutro, entre línea y **conductor de puesta a tierra de protección** o entre línea y **conductor de enlace de protección**).
No se requiere protección contra fallas de tierra en equipos que:

- no tienen conexión a tierra; o
- tienen **aislamiento doble** o **aislamiento reforzado** entre el **circuito primario** y todas las partes conectadas a tierra.

NOTA: Donde se proporcione **aislamiento doble** o **aislamiento reforzado**, un cortocircuito a tierra se considerar como dos fallas.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

En una alimentación que usa más de un conductor de línea a una carga, si un dispositivo de protección interrumpe el conductor neutro, debe también interrumpir todos los otros conductores de alimentación. Los dispositivos de protección unipolares, por tanto, no deben utilizarse en estos casos.

La conformidad se verifica por inspección y cuando sea necesario, por simulación de las condiciones de falla (véase el inciso 1.4.14).

NOTA: Para dispositivos de protección que son parte integrante del equipo, ejemplos del número y situación de los fusibles o los polos de los interruptores automáticos necesarios para proporcionar la interrupción de la corriente de falla en los sistemas de alimentación normalmente encontrados se dan en la tabla informativa 2F para equipos o subconjuntos monofásicos y en la tabla informativa 2G para equipos trifásicos. Los ejemplos no son necesariamente válidos para dispositivos de protección exteriores al equipo.

TABLA 2F.- Ejemplos informativos de dispositivos de protección en equipos o subconjuntos monofásicos

Conexiones del equipo a la alimentación	**Protección contra**	**Número mínimo de fusibles o polos de interruptores automáticos**	**Situación**
Caso A: Equipo a conectar a sistemas de distribución de potencia con neutro puesto a tierra identificado de manera confiable, excepto para el caso C	Fallas de tierra	1	Conductor de línea
	Sobrecorriente	1	Uno u otro de los dos conductores
Caso B: Equipos a conectar a cualquier alimentación, incluyendo sistemas IT de distribución de potencia y alimentaciones con clavijas reversibles, excepto para el caso C	Fallas de tierra	2	Ambos conductores
	Sobrecorriente	1	Uno u otro de los dos conductores
Caso C: Equipo a conectar a sistemas de distribución de potencia de 3 hilos con neutro puesto a tierra identificado de manera confiable	Fallas de tierra	2	Cada conductor de línea
	Sobrecorriente	2	Cada conductor de línea

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 2G.- Ejemplos informativos de dispositivos de protección en equipos trifásicos

Sistema de distribución de potencia	Número de conductores de alimentación	Protección contra	Número mínimo de fusibles o polos de interruptor automático	Ubicación
Trifásica sin neutro	3	Fallas de tierra	3	Los 3 conductores
		Sobrecorriente	2	Cualquiera de los 2 conductores
Con neutro puesta a tierra (TN o TT)	4	Falla de tierra	3	Cada conductor de línea
		Sobrecorriente	3	Cada conductor de línea
Con neutro no puesto a tierra	4	Falla de tierra	4	Los 4 conductores
		sobrecorriente	3	Cada conductor de línea

2.7.5 Protección mediante varios dispositivos

Cuando los dispositivos de protección se utilicen en más de un polo de una alimentación para una carga dada, estos dispositivos deben situarse juntos. Se permite combinar dos o más dispositivos de protección en un componente.

La conformidad se verifica por inspección.

2.7.6 Advertencias para el personal de mantenimiento

Un marcado conveniente debe suministrarse en el equipo o una indicación debe aparecer en las instrucciones de mantenimiento para alertar al **personal de mantenimiento** de un posible peligro, donde estas dos condiciones existan:

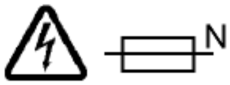
- donde se utilice un fusible en el neutro de un equipo monofásico ya sea conectado permanentemente o suministrado con una clavija no reversible; y
- donde, después del funcionamiento del fusible, las partes del equipo que sigan alimentadas podrían representar un peligro durante el mantenimiento.

El texto siguiente o uno similar se considera como conveniente:

PRECAUCIÓN
DOBLE POLO/FUSIBLE EN EL NEUTRO

Como alternativa al texto anterior, se permite utilizar la siguiente combinación de símbolos representativos, que incluye el símbolo de peligro de choque eléctrico, el símbolo de fusible y una indicación de que el fusible está en el neutro N. Sin embargo, en este caso, debe figurar la indicación en las instrucciones de mantenimiento.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



La conformidad se verifica por inspección.

2.8 Interruptores de seguridad

2.8.1 Principios generales

Los **interruptores de seguridad** deben proporcionarse en zonas donde el acceso del **operador** presente normalmente peligrosidad en el sentido de esta Norma Mexicana.

La conformidad se verifica por inspección.

2.8.2 Requisitos de protección

Los **interruptores de seguridad** deben diseñarse de manera que el peligro se elimina antes de que las cubiertas, puertas, etc., están en cualquier posición que permita el contacto con partes peligrosas según el dedo de prueba de la figura 2A (véase el inciso 2.1.1.1).

Para la protección contra los choques eléctricos, radiación y peligros de energía, el desmontaje, apertura o retirada de la cobertura, puerta, etc. debe:

- necesitar la desenergización previa de tales partes; o
- automáticamente iniciar la desconexión de la alimentación de esas partes y reducir en 2 s la tensión a un valor inferior o igual a 42.4 V valor de cresta, 60 V en corriente continua y el nivel de energía a un valor inferior a 20 J.

Para una parte móvil que continua su movimiento mediante el momento y continua presentando un peligro mecánico (por ejemplo, un tambor de impresión giratorio), el desmontaje, apertura o retirada de la cobertura, puerta, etc. debe:

- necesitar una reducción previa del movimiento a un nivel de seguridad aceptable; o
- automáticamente iniciar una reducción del movimiento a un nivel de seguridad aceptable.

La conformidad se verifica por inspección, medición y utilización del dedo de prueba de la figura 2A (véase el inciso 2.1.1.1).

2.8.3 Reactivación inadvertida del peligro

Los **interruptores de seguridad** deben diseñarse de manera que una reactivación inadvertida del peligro no pueda ocurrir cuando las cubiertas, protecciones, puertas, etc. no estén en posición cerrada.

Cualquier **interruptor de seguridad** accesible que pueda funcionar por medio del dedo de prueba de la figura 2A (véase el inciso 2.1.1.1), se considera como susceptible de provocar una reactivación inadvertida del peligro.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Los conmutadores de los **interruptores de seguridad** deben seleccionarse teniendo en cuenta el choque mecánico y la vibración experimentados en condiciones de funcionamiento normal, para que así no causen un cambio inadvertido a una posición insegura.

La conformidad se verifica por inspección y cuando sea necesario, por un prueba con el dedo de prueba de la figura 2A (véase el inciso 2.1.1.1).

2.8.4 Funcionamiento seguro ante falla

Un sistema de **interruptores de seguridad** debe diseñarse y construirse de manera que:

- si una falla en el sistema de **interruptores de seguridad** durante la vida normal del equipo no es probable que ocurra, e incluso si la falla ocurre, no debe crear un peligro grave; o

- si una falla en el sistema de **interruptor de seguridad** durante la vida normal del equipo es posible, el probable modo de falla no crea un peligro para el cual se requiera protección.

Para la protección contra el peligro extremo, se utilizan ya sea un sistema redundante de dos sistemas de **interruptores de seguridad** o las distancias de separación fijas en un circuito del sistema de **interruptor de seguridad** individual (por ejemplo, los asociados a placas de circuito impreso) deben cumplir los requisitos de **aislamiento reforzado**.

NOTA: Un sistema **interruptor de seguridad** se considera que se trata de los componentes / elementos que son directamente capaces de desconectar la parte de peligro (por ejemplo, contactos de relevador o un interruptor) incluyendo componentes (por ejemplo, una bobina de relevador) y otras partes que forman parte del circuito de iniciación (por ejemplo, aquellos montados sobre placas de circuito impreso).

La conformidad se verifica por inspección del sistema de **interruptor de seguridad**, diagramas de circuito y datos disponibles y si es necesario, por simulación de primeros fallas (véase el inciso 1.4.14) (por ejemplo, fallas de un dispositivo de semiconductores o de un componente electromecánico). Las partes mecánicas móviles de los sistemas mecánicos y electromecánicos no están sujetas a la simulación de primeras fallas si están conformes con los incisos 2.8.5 y 2.8.7. Distancias de separación fijas en los circuitos del sistema del **interruptor de seguridad** (por ejemplo, los asociados con placas de circuito impreso) que protegen contra otro de los peligros extremos no están sometidos a fallas individuales simuladas si las distancias de separación cumplen con 2.8.7.1.

Se permite utilizar sistemas de **interruptores de seguridad** simulados para los pruebas.

2.8.5 Partes móviles

Las partes mecánicas móviles en los sistemas **interruptores de seguridad** mecánicos y electromecánicos deben tener una durabilidad adecuada.

La conformidad se verifica por inspección del sistema **interruptor de seguridad**, datos disponibles y si es necesario, sometiendo al sistema **interruptor de seguridad** a 10 000 ciclos de funcionamiento sin fallas en otro modo que no sea el modo seguro.

NOTA: La prueba anterior se lleva a cabo para verificar el soporte de las partes móviles que no estén en interruptores y relevadores del **interruptor de seguridad**. Los conmutadores y relevadores del

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

interruptor de seguridad, si existen, están sujetos al inciso 2.8.7. Si además de la prueba anterior se requiere la prueba del inciso 2.8.7.3, deben combinarse ambas pruebas.

2.8.6 Anulación

Cuando pueda ser necesario que **personal de mantenimiento** anule un **interruptor de seguridad**, el sistema de anulación debe cumplir con todo lo siguiente:

- necesitar de un esfuerzo voluntario para funcionar; y
- volver automáticamente al funcionamiento normal cuando se completa el mantenimiento, o evitar el funcionamiento normal a menos que el **personal de mantenimiento** haya reiniciado el **interruptor de seguridad**; y
- requerir una **herramienta** para el funcionamiento cuando se esté en una **zona de acceso del operador** y no se pueda poner en funcionamiento con el dedo de prueba de la figura 2A (véase el inciso 2.1.1.1); y
- no se desvíe el **interruptor de seguridad** para un peligro grave a menos que otro medio confiable de protección de seguridad sea efectivo cuando el **interruptor de seguridad** se desvía. El equipo debe diseñarse de manera que el **interruptor de seguridad** no pueda desviarse hasta que los otros medios de protección estén completamente en su sitio y funcionando.

La conformidad se verifica por inspección.

2.8.7 Interruptores, relevadores y circuitos relacionados

Un conmutador en un sistema del **interruptor de seguridad** debe:

- ser conforme con la NMX-J-577/1-ANCE, con evaluación durante 10 000 ciclos de funcionamiento de acuerdo con la NMX-J-577/1-ANCE, inciso 7.1.4.4; o
- ser conforme con el inciso 2.8.7.1 y satisfacer los pruebas de los incisos 2.8.7.3 y 2.8.7.4; o
- satisfacer los pruebas de los incisos 2.8.7.2, 2.8.7.3 y 2.8.7.4.

Un relevador en un sistema del **interruptor de seguridad** debe:

- ser conforme con el inciso 2.8.7.1 y satisfacer los pruebas de los incisos 2.8.7.3 y 2.8.7.4; o
- satisfacer los pruebas de los incisos 2.8.7.2, 2.8.7.3 y 2.8.7.4.

La conformidad se verifica por inspección y por los pruebas adecuados de los incisos 2.8.7.1 a 2.8.7.4.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

2.8.7.1 Distancias de separación para espacios de contacto y circuitos relacionados

Si las distancias de separación de los espacios de contacto y los circuitos relacionados están situados en el **circuito primario**, las distancias de separación no deben ser menor que aquél para el dispositivo de desconexión (véase el inciso 3.4.2). Si la distancia de separación está situada en un circuito diferente al **circuito primario**, la distancia de separación no debe ser menor al valor mínimo aplicable de la **distancia en el aire** para un **aislamiento básico** en un **circuito secundario** especificado en el inciso 2.10.3 (o apéndice G).

La conformidad se verifica por inspección de los datos disponibles y si es necesario, por medición.

2.8.7.2 Prueba de sobrecarga

El contacto de un interruptor o relevador del sistema **interruptor de seguridad** está sujeto a un prueba de sobrecarga consistente en 50 ciclos de funcionamiento a una cadencia de 6 a 10 ciclos por minuto, abriendo y cerrando el 150 % de la corriente impuesta en la aplicación, excepto que donde un contacto de interruptor o relevador conmuta una carga de motor, la prueba se efectúa con el rotor del motor en posición de bloqueo. Después de a prueba, el interruptor o relevador debe todavía estar en buen estado de funcionamiento.

2.8.7.3 Prueba de durabilidad

El contacto del interruptor o relevador del sistema **interruptor de seguridad** está sujeto a un prueba de durabilidad, abriendo y cerrando el 100 % de la corriente impuesta en la aplicación a una cadencia de 6 a 10 ciclos de funcionamiento por minuto. Una cadencia de ciclos superior se permite si lo requiere el fabricante. Para conmutadores de láminas en **circuitos MBT**, **circuitos MBTS** y **circuitos TNV-1**, la prueba se efectúa para 100 000 ciclos de funcionamiento. Para otros interruptores y relevadores en el sistema **interruptor de seguridad**, la prueba se efectúa para 10 000 ciclos de funcionamiento. Después de la prueba, el sistema **interruptor de seguridad** incluyendo el interruptor o relevador deben todavía estar en buen estado de funcionamiento.

2.8.7.4 Prueba de rigidez dieléctrica

Excepto para los conmutadores de láminas en **circuitos MBT**, **circuitos MBTS** y **circuitos TNV-1**, se aplica la prueba de rigidez dieléctrica tal como se especifica en el inciso 5.2.2 entre los contactos después de los pruebas de los incisos 2.8.7.2 y 2.8.7.3. Si el contacto está en un **circuito primario**, la tensión de prueba es la especificada para el **aislamiento reforzado**. Si el contacto está en un circuito diferente al **circuito primario**, la tensión de prueba es la especificada para el **aislamiento básico** en un **circuito primario**.

2.8.8 Actuadores mecánicos

En el caso de que la seguridad dependa de una parte móvil en un sistema **interruptor de seguridad** mecánico, se deben tomar precauciones para asegurar que no se someta a tensiones mecánicas excesivas. Si este requisito no está previsto en el diseño del componente, el desplazamiento excesivo de la posición de funcionamiento del actuador debe limitarse al 50 % del máximo, por ejemplo por su montaje o su situación, o por su ajuste.
La conformidad se verifica por inspección y medición.

2.9 Aislamiento eléctrico

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

2.9.1 Propiedades de los materiales aislantes

La elección y aplicación de materiales aislantes debe tener en cuenta las necesidades de rigidez dieléctrica, térmica y mecánica, la frecuencia de la **tensión de trabajo** y el entorno de trabajo (temperatura, presión, humedad y contaminación).

Caucho natural, materiales higroscópicos y materiales que contengan asbesto no deben utilizarse como aislamiento.

Para asegurar el aislamiento eléctrico no se debe confiar en correas de transmisión y acoplamientos, a menos que éstas sean de un diseño especial que elimine el riesgo de un reemplazamiento inapropiado.

La conformidad se verifica por inspección y cuando sea necesario, por evaluación de los datos del material.

Cuando sea necesario, si los datos no confirman que el material es no higroscópico, la naturaleza higroscópica del material se determina sometiendo al componente o subconjunto que emplea el aislamiento en cuestión al tratamiento de humedad del inciso 2.9.2. El aislamiento se somete entonces al prueba de rigidez dieléctrica apropiado del inciso 5.2.2 mientras permanece en la cabina de humedad, o en la habitación en la cual las muestras se pusieron a la temperatura prescrita.

2.9.2 Acondicionamiento de humedad

Cuando se requiera según los incisos 2.9.1, 2.10.8.3, 2.10.10 ó 2.10.11, el acondicionamiento de humedad se lleva a cabo durante 48 h en una cabina o habitación que contenga aire con una humedad relativa (93 ± 3) %. La temperatura del aire, en todos los puntos donde puedan situarse muestras se mantiene en un margen de 2 K de un valor cualquiera apropiado *t* entre 20 º C y 30 º C de manera que no se produzca condensación. Durante este acondicionamiento el componente o subconjunto no tiene tensión.

De acuerdo con el fabricante, se permite incrementar la duración de 48 h.

Antes del acondicionamiento de humedad la muestra se lleva a una temperatura entre t y t + 4 º C.

2.9.3 Grado de aislamiento

El aislamiento debe considerarse como **aislamiento funcional**, **aislamiento básico**, **aislamiento suplementario**, **aislamiento reforzado** o **aislamiento doble**.

La aplicación del aislamiento en muchas situaciones comunes se describe en la tabla 2H y se ilustra en la figura 2H, pero otras situaciones y soluciones son posibles. Estos ejemplos son informativos; en algunos casos el grado necesario de aislamiento puede ser mayor o menor.
Cuando un grado diferente de aislamiento pueda ser necesario, o si una configuración particular de partes con tensión no se representa en los ejemplos, el grado necesario de aislamiento debe determinarse considerando el efecto de una falla (véase el inciso 1.4.14). Esto debe dejar los requisitos de protección contra los choques eléctricos intactos.
En ciertos casos, el aislamiento puede puentearse por un camino conductor (por ejemplo, donde se apliquen los incisos 1.5.6, 1.5.7, 2.2.4, 2.3.4 o 2.4.3) siempre y cuando el nivel de seguridad se mantenga.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Para el **aislamiento doble** se permite intercambiar los elementos del **aislamiento básico** y **suplementario**. Cuando se utilice el **aislamiento doble**, los **circuitos MBT** o las partes conductoras no puestas a tierra se permiten entre el **aislamiento básico** y el **aislamiento suplementario** siempre y cuando el nivel global de aislamiento se mantenga.

Una **superficie frontera** se trata como un **circuito MBTS** no puesto a tierra si es parte de:

. un gabinete conductor no puesto a tierra; o

. un gabinete no conductor.

La conformidad se verifica por inspección.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 2H.- Ejemplos de aplicación aislamiento

Grado de aislamiento	Situación de aislamiento		Leyenda para la figura 2H
	Entre	**Y**	
FUNCIONAL [a]	CIRCUITO MBTS no puesto a tierra o parte conductora con aislamiento doble	– parte conductora puesta a tierra – parte conductora con aislamiento doble – CIRCUITO MBTS no puesto a tierra – CIRCUITO MBTS puesto a tierra – CIRCUITO TNV-1 puesto a tierra	F1 F2 F2 F1 F10 [f]
	CIRCUITO MBTS no puesto a tierra	– CIRCUITO MBTS no puesto a tierra – parte conductora puesta a tierra – CIRCUITO TNV-1 no puesto a tierra – CIRCUITO TNV-1 puesto a tierra	F11 Ff11 F12 [f] F13
	CIRCUITO MBT o parte conductora con aislamiento básico	– parte conductora puesta a tierra – CIRCUITO MBTS puesto a tierra – parte conductora con aislamiento básico – CIRCUITO MBTS	F3 F3 F4 F4
	CIRCUITO SECUNDARIO a TENSIÓN PELIGROSA y puesto a tierra	CIRCUITO SECUNDARIO a TENSIÓN PELIGROSA y puesto a tierra	F5
	CIRCUITO TNV-1	CIRCUITO TNV-1	F7
	CIRCUITO TNV-2	CIRCUITO TNV-2	F8
	CIRCUITO TNV-3	CIRCUITO TNV-3	F9
	Secciones serie – paralelo de un devanado de un transformador		F6
BÁSICO	CIRCUITO PRIMARIO	– CIRCUITO SECUNDARIO a TENSIÓN PELIGROSA puesto a tierra o no – parte conductora puesta a tierra – CIRCUITO MBTS puesto a tierra – parte conductora con aislamiento básico – CIRCUITO MBTS	B1 B2 B2 B3 B3
	CIRCUITO SECUNDARIO a TENSIÓN PELIGROSA y puesto a tierra o no	– CIRCUITO SECUNDARIO a TENSIÓN PELIGROSA puesto a tierra o no – parte conductora puesta a tierra – CIRCUITO MBTS puesto a tierra – parte conductora con aislamiento básico – CIRCUITO MBTS	B4 B5 B5 B6 B6
	CIRCUITO MBTS no puesto a tierra o parte conductora con aislamiento doble	– CIRCUITO TNV-1 no puesto a tierra – CIRCUITO TNV-2 – CIRCUITO TNV-3	B7 [f] B8 [d] B9 [d e]
	CIRCUITO MBTS puesto a tierra	– CIRCUITO TNV-2 – CIRCUITO TNV-3	B10 [d] B11 [d e]
	CIRCUITO TNV-2	– CIRCUITO TNV-1 no puesto a tierra – CIRCUITO TNV-1 puesto a tierra – CIRCUITO TNV-3	B12 [de] B13 [def] B15 [f]
	CIRCUITO TNV-3	– CIRCUITO TNV-1 no puesto a tierra – CIRCUITO TNV-1 puesto a tierra	B12 B13 [d]

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Grado de aislamiento	Situación de aislamiento		Leyenda para la figura 2H
	Entre	Y	
SUPLEMENTARIO	CIRCUITO MBTS o parte conductora con aislamiento básico	– parte conductora con aislamiento doble – CIRCUITO MBTS no puesto a tierra	S1 [b] S1 [b]
	CIRCUITO TNV	– parte conductora con aislamiento básico – CIRCUITO MBT	S2 [d] S2
SUPLEMENTARIO o REFORZADO	CIRCUITO SECUNDARIO a TENSIÓN PELIGROSA no puesto a tierra	– parte conductora con aislamiento doble – CIRCUITO MBTS no puesto a tierra – CIRCUITO TNV	S/R1 [c] S/R1 [c] S/R1 [c]
SUPLEMENTARIO o REFORZADO	CIRCUITO PRIMARIO	– parte conductora con aislamiento doble – CIRCUITO MBTS no puesto a tierra – CIRCUITO TNV	R1 R1 R2
	CIRCUITO SECUNDARIO a TENSIÓN PELIGROSA puesto a tierra	– parte conductora con AISLAMIENTO DOBLE – CIRCUITO MBTS no puesto a tierra – CIRCUITO TNV	R3 R3 R4

El término "parte conductora" se refiera a una parte conductora eléctricamente que:
- no está normalmente energizada y
- no está conectado a nada de lo siguiente:
  - un circuito a TENSIÓN PELIGROSA, o
  - un circuito MBT, o
  - un circuito TNV, o
  - un circuito MBTS, o
  - un circuito para limitar la corriente.

Ejemplos de tal parte conductora son el cuerpo del equipo, el núcleo del transformador, y en algunos casos la pantalla conductora en un transformador.
Si tal parte conductora está protegida de una parte a TENSIÓN PELIGROSA por:

- un AISLAMIENTO DOBLE o AISLAMIENTO REFORZADO, se denomina una "parte conductora con aislamiento doble",
- un AISLAMIENTO BÁSICO y una puesta a tierra de protección, se denomina una "parte conductora puesta a tierra"
- un AISLAMIENTO BÁSICO pero que no está puesto a tierra, es decir que o tiene segundo nivel de protección, se denomina una "parte conductora con aislamiento básico".

Un circuito o parte conductora se denomina "puesta a tierra" si está conectado a una terminal o contacto de puesta a tierra de protección de forma que cumpla los requisitos del inciso 2.6 (aunque no tenga que estar necesariamente al potencial de tierra), En caso contrario el circuito o parte conductora se denomina "no puesto a tierra".

[a] Véase el inciso 5.3.4 para los requisitos del AISLAMIENTO FUNCIONAL.

[b] La TENSIÓN DE TRABAJO del AISLAMIENTO SUPLEMENTARIO entre un CIRCUITO MBT o una parte conductora con aislamiento básico y una parte conductora accesible no puesta a tierra es igual a la TENSIÓN DE TRABAJO más severa para el AISLAMIENTO BÁSICO. La TENSIÓN DE TRABAJO más severa puede deberse a UN CIRCUITO PRIMARIO o a un CIRCUITO SECUNDARIO y el aislamiento se especifica en consecuencia.

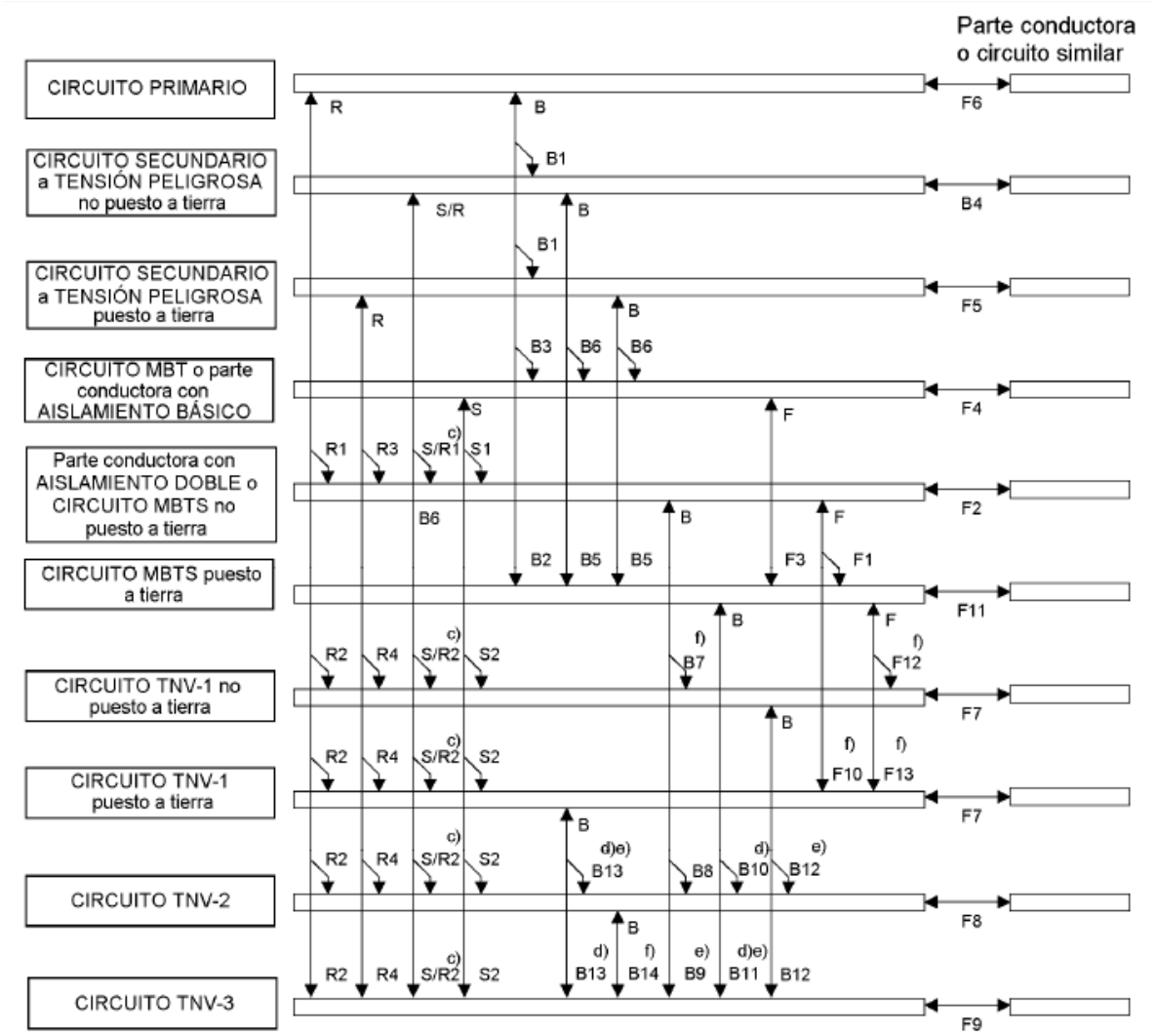
[c] El aislamiento entre un CIRCUITO SECUNDARIO no puesto a tierra a TENSIÓN PELIGROSA y una parte o circuito conductor accesible no puesto a tierra (S/R, S/R1 o S/R2 en la figura 2H) debe satisfacer lo más severo de lo siguiente:

- AISLAMIENTO REFORZADO cuya TENSIÓN DE TRABAJO es igual a la TENSIÓN PELIGROSA; o
- AISLAMIENTO SUPLEMENTARIO cuya TENSIÓN DE TRABAJO es igual a la tensión entre EL CIRCUITO SECUNDARIO a TENSIÓN PELIGROSA y
  - otro CIRCUITO SECUNDARIO a TENSIÓN PELIGROSA; o
  - un CIRCUITO PRIMARIO.

Estos ejemplos se aplican si:
- solamente hay un AISLAMIENTO BÁSICO entre el CIRCUITO SECUNDARIO y el CIRCUITO PRIMARIO; y
- solamente hay un AISLAMIENTO BÁSICO entre el CIRCUITO SECUNDARIO y la tierra.

[d] El AISLAMIENTO BÁSICO no se requiere siempre (véanse los incisos 2.3.2.1 y 2.10.5.13).
[e] Los requisitos del inciso 2.10 se aplican. Véase también el inciso 6.2.1
[f] Los requisitos del inciso 2.10 no se aplican, pero véase el inciso 6.2.1

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



F: AISLAMINETO FUNCIONAL
S: AISLAMENTO SUPLEMENTARIO
R: AISLAMIENTO REFORZADO
B: ASILAMIENTO BÁSICO
S/R: véase [c)] en la tabla 2H.

NOTA: Las referencias c), d), e) y f) se refieren a las correspondientes notas de la tabla 2H.

FIGURA 2H.- Ejemplos de aplicación de aislamiento

2.9.4 Separación de las tensiones peligrosas

Cuando las partes conductoras accesibles, incluyendo **circuitos MBTS**, **circuitos TNV** y sus devanados relacionados, se separan de las partes a **tensión peligrosa**, se permiten las siguientes construcciones. El aislamiento, incluyendo cada elemento del **aislamiento doble**, debe estar adaptado a la **tensión de trabajo**, o si es aplicable, a la **tensión soportada requerida**, entre las partes. Los diferentes métodos de separación se reparten en tres grupos, métodos 1, 2 y 3.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

a) (Método 1) **aislamiento doble** o **aislamiento reforzado** que proporciona separación permanente, asegurada por barreras, enrutamiento o fijación; o

b) (Método 1) **aislamiento doble** o **aislamiento reforzado** en o entre las partes a separar; o

c) (Método 1) **aislamiento doble**, consistente en un **aislamiento básico** en una de las partes a separar y un aislamiento suplementario en la otra parte; o

d) (Método 2) **aislamiento básico** en la parte a **tensión peligrosa**, junto con la pantalla protectora conectada al borne de puesta a tierra de protección principal según el inciso 2.6.1 b); o

e) (Método 3) **aislamiento básico** en la parte a **tensión peligrosa**, junto con la conexión de la otra parte al borne de puesta a tierra de protección principal según el inciso 2.6.1 b), tal que los límites de tensión para la parte accesible se mantienen por impedancias de circuitos relativos o por el funcionamiento de un dispositivo de protección; o

f) Cualquier otra construcción que proporcione una separación equivalente.

NOTAS:

1) Para ejemplos de otras construcciones que proporcionen una separación equivalente, véase la tabla 2H y la figura 2H.

   Para el punto e), se permite proteger un circuito poniendo a tierra una parte distinta al propio circuito protegido, por ejemplo, el devanado secundario de un transformador que alimente el circuito protegido.

2) Es conveniente tener en cuenta las consecuencias de una posible puesta a tierra del circuito en un segundo punto, por ejemplo, mediante la conexión a otro equipo.

La conformidad se verifica por inspección.

2.10 Distancias en el aire, líneas de fuga y distancias a través del aislamiento

2.10.1 Generalidades

En general, la conformidad con el inciso 2.10.1 se verifica por inspección y cuando sea necesario, por medición.

2.10.1.1 Frecuencia

Los requisitos de aislamiento dados en el inciso 2.10 son para frecuencias hasta 30 kHz. Se permite utilizar los mismos requisitos para aislamiento que funciona a frecuencias superiores a los 30 kHz hasta que estén disponibles datos adicionales.

NOTA: Para información sobre el comportamiento del aislamiento en relación con la frecuencia véanse las Normas NMX-J-597/1-ANCE y la NMX-J-597/4-ANCE.

2.10.1.2 Grados de contaminación

Los grados de contaminación se clasifican como sigue:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- El grado de contaminación 1 se aplica cuando no hay contaminación o en presencia de una contaminación seca, no conductora. La contaminación no tiene influencia. Normalmente esto se consigue teniendo los componentes y subconjuntos adecuadamente encerrados mediante un gabinete o sello hermético de manera que se impida la penetración de polvo y humedad (véase el inciso 2.10.12).

- El grado de contaminación 2 se aplica cuando solamente hay contaminación no conductora que pueda volverse conductora temporalmente debido a condensación ocasional. Generalmente es apropiada para equipos cubiertos por el campo de aplicación de esta Norma Mexicana.

- El grado de contaminación 3 se aplica donde el entorno interno local dentro del equipo está sujeto a contaminación conductora o a contaminación seca no conductora que podría convertirse en conductora debido a una esperada condensación.

2.10.1.3 Valores reducidos para el aislamiento funcional

No hay **distancia en el aire** o **línea de fuga** mínima para el **aislamiento funcional** a menos que se requiera por el inciso 5.3.4 a).

NOTA: Si las **distancias en el aire** y las **líneas de fuga** para el **aislamiento funcional** son inferiores a las especificadas en los incisos 2.10.3, 2.10.4 y en el apéndice G, se someten a los requisitos del inciso 5.3.4 b) o 5.3.4 c).

2.10.1.4 Partes conductoras sin conectar intervinientes

Se permite dividir las **distancias en el aire** y las **líneas de fuga** con partes conductoras sin conectar (flotantes) intervinientes, tales como contactos sin utilizar de un conector, siempre y cuando la suma de las distancias individuales cumpla los requisitos mínimos especificados, véase la tabla F.1 y la figura F.13.

2.10.1.5 Aislamiento con dimensiones variables

Si el aislamiento de un transformador tiene diferentes **tensiones de trabajo** a lo largo de la longitud del devanado, se permite variar las **distancias en el aire**, las **líneas de fuga** y las distancias a través del aislamiento consecuentemente.

NOTA: Un ejemplo de esta construcción es un devanado de 30 kV, consistente en múltiples bobinas conectadas en serie y puesta a tierra en un extremo.

2.10.1.6 Requisitos especiales de separación

Los requisitos del inciso 2.10 y del apéndice G no se aplican a la separación proporcionada para cumplir con el inciso 2.3.2 a menos que se utilice un **aislamiento básico**, ni la separación proporcionada para cumplir con el inciso 6.1.2 ó 6.2.1.

NOTA: Véase también la nota f de la tabla 2H.

2.10.1.7 Aislamiento en circuitos generadores de pulsos de inicio

Para un circuito generador de pulsos de inicio para encender una lámpara de descarga y si el circuito es un **circuito para limitar la corriente** que cumple con el inciso 2.4, los

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

requisitos para el **aislamiento funcional** se aplican entre el circuito y otras partes conductoras (véase el inciso 5.3.4).

Si el circuito no es un **circuito para limitar la corriente**, se aplica los requisitos para el **aislamiento básico**, **aislamiento suplementario** y **aislamiento reforzado** a las **líneas de fuga** y a las distancias a través del aislamiento. Para las **distancias en el aire**, véase el inciso 2.10.3.5.

NOTA: Para las **tensiones de trabajo** de los casos anteriores, véase el inciso 2.10.2.1 i).

2.10.2 Determinación de la tensión de trabajo

En general, la conformidad con el inciso 2.10.2 se verifica por inspección y cuando sea necesario, por medición.

2.10.2.1 Generalidades

Para determinar la **tensión de trabajo**, todos los siguientes requisitos se aplican (véase también el inciso 1.4.8):

a) Las partes conductoras accesibles no puestas a tierra deben considerarse como puestas a tierra;.

b) Cuando un devanado de un transformador u otra parte esté flotante (esto es no conectado a un circuito que establezca su potencial relativo a tierra), se debe asumir que está puesto a tierra en el punto donde se obtenga la mayor **tensión de trabajo**.

c) Excepto lo permitido en el inciso 2.10.1.5, para el aislamiento entre dos devanados de un transformador, se debe utilizar la mayor tensión entre dos puntos cualquiera de los dos devanados, teniendo en cuenta las tensiones exteriores a las cuales los devanados se conectarán.

d) Excepto lo permitido en el inciso 2.10.1.5, para el aislamiento entre un devanado de un transformador y otra parte, se debe utilizar la mayor tensión entre un punto cualquiera en el devanado y la otra parte.

e) Donde se utilice **aislamiento doble**, la **tensión de trabajo** a través del **aislamiento básico** debe determinarse imaginando un cortocircuito a través del **aislamiento suplementario** y viceversa. Para un **aislamiento doble** entre los devanados de un transformador, el cortocircuito se debe asumir que tiene lugar en el punto donde se produzca la mayor **tensión de trabajo** del otro aislamiento.

f) Cuando la **tensión de trabajo** se determina por medición, la potencia alimentada al EBP debe ser a la **tensión nominal** o a la tensión dentro del **intervalo de tensiones nominales** que resulta en el mayor valor medido.

NOTA: Las tolerancias en la **tensión nominal** o el **intervalo de tensiones nominales** no se tienen en cuenta.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

g) La **tensión de trabajo** entre cualquier punto del **circuito primario**, tierra y entre cualquier punto del **circuito primario** y el **circuito secundario**, se debe asumir que es mayor que lo siguiente:

– la **tensión nominal** o la mayor tensión del **intervalo de tensiones nominales**; y

– la tensión medida.

h) Cuando se determina la **tensión de trabajo** para **un circuito TNV** conectado a una **red de telecomunicaciones**, las tensiones de funcionamiento normales deben tenerse en cuenta. Si no se conocen se asume que son los siguientes valores:

– 60 V c.c. en corriente continua para **circuitos TNV-1**;

– 120 V c.c. en corriente continua para **circuitos TNV-2** y **circuitos TNV-3**.

Las señales de llamada de teléfono no deben tenerse en cuenta a este efecto.

i) Si los pulsos de inicio se utilizan para encender lámparas de descarga, la **tensión de trabajo de cresta** es el valor de cresta de los pulsos con la lámpara conectada pero antes de que la lámpara se encienda. La **tensión de trabajo eficaz** para determinar las **líneas de fuga** mínimas es la tensión medida después del encendido de la lámpara.

2.10.2.2 Tensión de trabajo eficaz (r.c.m.)

Las **líneas de fuga** mínimas dependen de las **tensiones de trabajo** eficaces.

Para determinar la **tensión de trabajo eficaz**, se deben utilizar las siguientes reglas:

- el valor eficaz medido debe utilizarse para todas las formas de onda;
- las condiciones de corta duración (por ejemplo cadencia de las señales de llamada de teléfono en **circuitos TNV**) no deben tenerse en cuenta;
- los transitorios no repetitivos (debido, por ejemplo, a perturbaciones atmosféricas) no deben tenerse en cuenta.

NOTA: El valor eficaz resultante de una forma de onda que tenga una tensión eficaz en corriente alterna *"A"* y una tensión de corriente directa de polarización o tensión de desvío o tensión de compensación. *B"* se da por la siguiente formula:

$$\text{Valor eficaz (r.c.m.)} = \sqrt{A_2 + B_2}$$

2.10.2.3 Tensión de trabajo de cresta

Las **distancias en el aire** mínimas y las tensiones de la prueba de rigidez dieléctrica dependen de las **tensiones de trabajo de cresta**.

Para determinar la **tensión de trabajo de cresta**, se deben utilizar las siguientes reglas:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- el valor de cresta medido debe utilizarse para todas las formas de onda; el valor de cresta de cualquier rizado (hasta el 10 %) en una **tensión en corriente continua**, debe incluirse;

- los transitorios no repetitivos (debido, por ejemplo, a perturbaciones atmosféricas) no deben tenerse en cuenta;

- para determinar la **tensión de trabajo de cresta** entre **circuitos primarios** y **circuitos secundarios**, la tensión de cualquier **circuito MBT**, **circuito MBTS** o **circuito TNV** (incluyendo señales de llamada de teléfono) debe considerarse cero.

2.10.3 DISTANCIAS EN EL AIRE

2.10.3.1 Generalidades

Las **distancias en el aire** deben dimensionarse de forma que las sobretensiones, incluyendo transitorios que puedan entrar en el equipo y tensiones de cresta que puedan generarse en el equipo, no destruyan la **distancia en el aire**.

Se permite utilizar los requisitos del inciso 2.10.3 para las categorías de sobretensión I o II, utilizando la **tensión de trabajo de cresta**; o los requisitos del apéndice G para las categorías de sobretensiones I, II, III o IV, utilizando la **tensión soportada requerida**, para un componente o subconjunto particular o para el equipo completo.

Los requisitos se aplican a equipos destinados a funcionar hasta 2 000 m por encima del nivel del mar. Para equipos destinados a funcionar a más de 2 000 m por encima del nivel del mar, las **distancias en el aire** mínimas deben multiplicarse por el factor dado en la tabla A.2 de la Norma Mexicana NMX-J-597/1-ANCE. Se permite la interpolación lineal entre dos puntos cercanos de la tabla A.2. La **distancia en el aire** mínima calculada utilizando el factor de multiplicación debe redondearse al incremento 0.1 mm inmediatamente superior.

NOTA : Se considera una buena práctica diseñar el **aislamiento sólido** para sobretensiones transitorias mayores a las asociadas a la **distancia en el aire**.

Las **distancias en el aire** mínimas especificadas están sujetas a los siguientes valores mínimos:

– 10 mm para un espacio de aire que sirve como **aislamiento reforzado** entre una parte a **tensión peligrosa** y una parte conductora accesible del gabinete de un equipo que repose en el suelo o de una superficie superior no vertical de un equipo de sobremesa;

– 2 mm para un espacio de aire que sirve como **aislamiento básico** entre una parte a **tensión peligrosa** y una parte conductora accesible puesta a tierra del gabinete externo de un **equipo alimentado por toma de corriente tipo A.**

NOTA: Las dos **distancias en el aire** mínimas anteriores no se aplican entre una parte a **tensión peligrosa** y la **superficie frontera** de un gabinete no conductor.

Excepto en lo requerido por el inciso 2.8.7.1 las **distancias en el aire** mínimas especificadas no se aplican al espacio de aire entre los contactos de los **termostatos**, **interruptores térmicos**, dispositivos de protección contra sobrecargas, interruptores de

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

construcción tipo "microgap" y componentes similares donde las **distancias en el aire** varían con los contactos.

NOTA: Para espacios de aire entre contactos de interruptores de seguridad, véase el inciso 2.8.7.1. Para espacios de aire entre contactos de interruptores de desconexión, véase el inciso 3.4.2.

Las **distancias en el aire** entre la **superficie frontera** de un conector y partes conductoras con el conector que está conectado a **tensión peligrosa** deben cumplir con los requisitos para **aislamiento reforzado**. Como excepción, para conectores que están:

- fijados al equipo; y
- situados en el interior del gabinete exterior del equipo; y
- sólo accesibles después de retirar el subconjunto reemplazable por el **usuario** que se requiere que permanezca en su lugar durante el funcionamiento normal;

estas **distancias en el aire** deben cumplir con los requisitos para **aislamiento básico**.

NOTA: Las pruebas del inciso 2.1.1.1 para el acceso a las **partes peligrosas** se aplica a aquellos conectores después de la retirada del subconjunto.

Para todas las demás **distancias en el aire** en los conectores, incluyendo conectores que no están fijos al equipo, se aplican los valores mínimos especificados en el inciso 2.10.3.3 ó 2.10.3.4.

Las **distancias en el aire** mínimas anteriores para conectores no se aplican a conectores que cumplan con una norma armonizada con las normas indicadas en los incisos P.18, P.19, P.21, P.22 o P.23 del apéndice P. Véase también el inciso 1.5.2.

La conformidad con los incisos 2.10.3.3 y 2.10.3.4 se verifica por medición, teniendo en cuenta el apéndice F. Las condiciones siguientes se aplican:

– las partes móviles deben situarse en la posición más desfavorable;

para equipos que incorporan **cables de alimentación no desmontables** ordinarios, las mediciones de la **distancia en el aire** se realizan con los conductores de alimentación de la mayor sección especificada en el inciso 3.3.4 y también sin los conductores.

NOTA: Los pruebas de fuerza de los incisos 4.2.2, 4.2.3 y 4.2.4 se aplican.

– al medir las **distancias en el aire** desde una **superficie frontera** de un gabinete de un material aislante a través de una ranura o abertura en el gabinete o a través de una abertura en un conector accesible, la superficie accesible debe considerarse como conductora como si estuviera cubierta por una lámina metálica en todas aquellas partes que pueda tocar el dedo de prueba de la figura 2A (véase el inciso 2.1.1.1), aplicado sin ninguna fuerza apreciable (véase la figura F.12, punto X).

No hay prueba de rigidez dieléctrica para verificar las **distancias en el aire** excepto como se requiere en la nota c en la tabla 2M y en el inciso 5.3.4 b).

2.10.3.2 Tensiones transitorias de la red de alimentación

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

a) RED DE ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE ALTERNA

Para equipos suministrados desde una **red de alimentación en corriente alterna**, el valor de la **tensión transitoria de la red de alimentación** depende de la categoría de sobretensión y de la tensión de la **red de alimentación en corriente alterna**. En general, las **distancias en el aire** en equipos previstas para conectarse a la **red de alimentación en corriente alterna** deben diseñarse para categorías de sobretensión II.

NOTA: Véase el apéndice Z para mayor información sobre la determinación de la categoría de sobretensión.

Los equipos que, una vez instalado, son susceptibles de estar sometidas a sobretensiones transitorias que exceden aquellas para sus categorías de sobretensión requerirán protección adicional proporcionada externa al equipo. En este caso, las instrucciones de instalación deben indicar la necesidad de dicha protección externa.

El valor aplicable de la **tensión transitoria de la red de alimentación** debe determinarse de la categoría de sobretensión y de la tensión de la **red de alimentación en corriente alterna**, utilizando la tabla 2J.

TABLA 2J.- Tensión transitoria de la red de alimentación en corriente alterna

Tensión de la RED DE ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE ALTERNA [a] Hasta e inclusive	**TENSIÓN TRANSITORIA DE LA RED DE ALIMENTACIÓN [b] V de cresa**	
	Categoría de sobretensión	
V eficaz (r.c.m.)	**I**	**II**
50	330	500
100	500	800
150 [c]	800	1 500
300 [d]	1 500	2 500
600 [e]	2 500	4 000

[a] Para equipos diseñados para ser conectados a una red de alimentación trifásica de tres cables, donde no hay conductor neutro, la tensión de la **RED DE ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE ALTERNA** es la tensión entre fases. En todos los demás casos, cuando hay un conductor neutro, es la tensión entre fase y neutro.

[b] La **TENSIÓN TRANSITORIA DE LA RED DE ALIMENTACIÓN** es siempre uno de los valores de la tabla. No se permite la interpolación.

[c] Para el caso de México, incluye 127/220 V, 120/208 V y 120/240 V.

[d] Incluye 230/400 V y 277/480 V.

[e] Incluye 400/690 V.

b) REDES DE ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE CONTINUA PUESTAS A TIERRA

Si la **red de alimentación en corriente continua** se conecta a la tierra de protección y está completamente en el interior de un mismo edificio, la **tensión transitoria de la red de alimentación** debe asumirse que es 71 V de cresta. Si esta conexión está en el interior del EBP, debe cumplir con el inciso 2.6.1d).

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

NOTA: La conexión a la tierra de protección puede hacerse en la fuente de la **red de alimentación en corriente continua** o en la localización del equipo, o en ambos (véase la recomendación indicada en el inciso P.7 del apéndice P).

c) REDES DE ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE CONTINUA NO PUESTAS A TIERRA

Si la **red de alimentación en corriente continua** no está puesta a tierra y localizada como en el punto b) anterior, la **tensión transitoria de la red de alimentación** debe asumirse como que es igual a la **tensión transitoria de la red de alimentación** en la **red de alimentación en corriente alterna** de la que se deriva la **red de alimentación en corriente continua**.

d) FUNCIONAMIENTO DE LA BATERÍA

Si el equipo está alimentado desde una batería dedicada que no dispone de un dispositivo de carga a partir de una **red de alimentación externa**, la **tensión transitoria de la red de alimentación** debe asumirse que es 71 V de cresta.

2.10.3.3 Distancias en el aire en circuitos primarios

Para el aislamiento en **circuitos primarios**, entre **circuitos primarios** y tierra y entre **circuitos primarios** y **circuitos secundarios**, se aplican las siguientes reglas.

Para una **red de alimentación en corriente alterna**, no superior a 300 V eficaces (420 V de cresta):

a) si la **tensión de trabajo de cresta** no supera el valor de cresta de la tensión de la **red de alimentación en corriente alterna**, la **distancia en el aire** se determina de la tabla 2K;

b) si la **tensión de trabajo de cresta** supera el valor de cresta de la tensión de **la red de alimentación en corriente alterna**, la **distancia en el aire** mínima es la suma de los siguientes dos valores:

- la **distancia en el aire** mínima de la tabla 2K; y
- la **distancia en el aire** adicional apropiada de la tabla 2L.

NOTA: La **distancia en el aire** mínima obtenida por el uso de la tabla 2L se sitúa entre los valores requeridos para campos homogéneos o no homogéneos. Como resultado, puede no superar la prueba de rigidez dieléctrica adecuado si el campo es sustancialmente no homogéneo.

Para una **red de alimentación en corriente continua** que exceda 300 V eficaces (420 V de cresta), las **distancias en el aire** mínimas se determinan de la tabla 2K.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 2K.- Distancia en el aire mínimas para aislamientos en circuitos primarios y entre circuitos primarios y secundarios

DISTANCIAS EN EL AIRE en milímetros

TENSIÓN DE TRABAJO DE CRESTA inferior o igual a V	TENSIÓN TRANSITORIA DE LA RED DE ALIMENTACIÓN														
	1 500 V [c]						2 500 V [c]						4 000 V [c]		
	Grados de contaminación														
	1 y 2 [b]			3			1 y 2 [b]			3			1, 2 [b] y 3		
	F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R
71[a]	0.4	1.0 (0.5)	2.0 (1.0)	0.8	1.3 (0.8)	2.6 (1.6)	1.0	2.0 (1.5)	4.0 (3.0)	1.3	2.0 (1.5)	4.0 (3.0)	2.0	3.2 (3.0)	6.4 (6.0)
210[a]	0.5	1.0 (0.5)	2.0 (1.0)	0.8	1.3 (0.8)	2.6 (1.6)	1.4	2.0 (1.5)	4.0 (3.0)	1.5	2.0 (1.5)	4.0 (3.0)	2.0	3.2 (3.0)	6.4 (6.0)
420[a]	F 1.5 B/S 2.0 (1.5) R 4.0 (3.0)												2.5	3.2 (3.0)	6.4 (6.0)
840	F 3.0 B/S 3.2 (3.0) R 6.4 (6.0)														
1 400	F/B/S 4.2 R 6.4														
2 800	F/B/S/R 8.4														
7 000	F/B/S/R 17.5														
9 800	F/B/S/R 25														
14 000	F/B/S/R 37														
28 000	F/B/S/R 80														
42 000	F/B/S/R 130														

Los valores de la tabla se aplican al AISLAMIENTO FUNCIONAL (F) si se requiere por el inciso 5.3.4 a) (véase el inciso 2.10.1.3), AISLAMIENTO BÁSICO (B), AISLAMIENTO SUPLEMENTARIO (S) y AISLAMIENTO REFORZADO (R).
Los valores entre paréntesis se aplican al AISLAMIENTO BÁSICO, AISLAMIENTO SUPLEMENTARIO o AISLAMIENTO REFORZADO solamente si la fabricación está sujeta a un programa de control de calidad que proporcione al menos el mismo nivel de aseguramiento que el del ejemplo dado en el capítulo R.2. El AISLAMIENTO DOBLE y el AISLAMIENTO REFORZADO deben estar sujetos a PRUEBAS DE RUTINA para la rigidez dieléctrica.
Si la tensión de TRABAJO DE CRESTA supera el valor de cresta de la red de alimentación en corriente alterna, se permite la interpolación lineal entre dos puntos próximos, redondeándose la DISTANCIA en el aire mínima calculada al incremento de 0.1 mm inmediatamente superior.

[a] Si la TENSIÓN DE TRABAJO DE CRESTA supera el valor de cresta de la tensión de la red de alimentación en corriente alterna, utilizar el valor máximo de la RED DE ALIMENTACIÓN DE CORRIENTE ALTERNA en esta columna y utilice la tabla 2 L de acuerdo con el inciso 2.10.3.3 b) con respecto a las DISTANCIAS EN EL AIRE adicionales.

[b] No se requiere superar las pruebas del inciso 2.10.10 para el grado de contaminación 1.

[c] La relación entre la TENSIÓN TRANSITORIA DE LA RED de alimentación y la tensión de la RED DE ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE ALTERNA se da en la tabla 2J.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 2L.- Distancias en el aire adicionales en circuitos primarios, distancias en el aire en mm

TENSIÓN TRANSITORIA DE LA RED DE ALIMENTACION							
1 500 [c]				2 500 [c]			
Grados de contaminación 1 y 2 [b]	Grado de contaminación 3	AISLAMIENTO FUNCIONAL [a], BÁSICO, o SUPLEMEN-TARIO	AISLAMIENTO REFORZADO	Grados de contaminación 1, 2 y 3 [b]		AISLAMIENTO FUNCIONAL [a], BÁSICO, o SUPLEMEN-TARIO	AISLAMIENTO REFORZADO
TENSIÓN DE TRABAJO DE CRESTA máxima hasta e inclusive V				TENSIÓN DE TRABAJO DE CRESTA máxima hasta e inclusive V			
210 (210)	210 (210)	0.0	0.0	420	(420)	0.0	0.0
298 (288)	294 (293)	0.1	0.2	493	(497)	0.1	0.2
386 (366)	379 (376)	0.2	0.4	567	(575)	0.2	0.4
474 (444)	463 (459)	0.3	0.6	640	(652)	0.3	0.6
562 (522)	547 (541)	0.4	0.8	713	(729)	0.4	0.8
650 (600)	632 (624)	0.5	1.0	787	(807)	0.5	1.0
738 (678)	715 (707)	0.6	1.2	860	(884)	0.6	1.2
826 (756)	800 (790)	0.7	1.4	933	(961)	0.7	1.4
914 (839)		0.8	1.6	1 006	(1 039)	0.8	1.6
1 002 (912)		0.9	1.8	1 080	(1 116)	0.9	1.8
1 090 (990)		1.0	2.0	1 153	(1 193)	1.0	2.0
		1.1	2.2	1 226	(1 271)	1.1	2.2
		1.2	2.4	1 300	(1 348)	1.2	2.4
		1.3	2,6		(1 425)	1.3	2.6

Las DISTANCIAS EN EL AIRE adicionales de la tabla se aplican si lo requiere el inciso 2.10.3.3 b). Se deben aplicar los valores entre paréntesis:

- cuando los valores entre paréntesis de la tabla 2K se utilizan; y
- para el AISLAMIENTO FUNCIONAL si se requiere por el inciso 5.3.4 a).

Para los valores de tensión anteriores, los valores de la TENSIÓN TRANSITORIA DE LA RED DE ALIMENTACIÓN y las tensiones de la RED DE ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE ALTERNA, se permite la extrapolación lineal.

Para valores de tensión dentro del TENSIÓN DE TRABAJO DE CRESTA valores de tensión indicados en la tabla, se permite la interpolación lineal entre los dos puntos más cercanos, el mayor espacio libre mínimo calculado se redondeará a la próxima mayor incremento de 0.1 mm.

[a] No hay una DISTANCIA EN EL AIRE mínima para el AISLAMIENTO FUNCIONAL a menos que se requiera por el inciso 5.3.4.a). Véase el inciso 2.10.1.3.

[b] No se requiere superar las pruebas del inciso 2.10.10 para el grado de contaminación 1.

[c] La relación entre la TENSIÓN TRANSITORIA DE LA RED de alimentación y la tensión de la RED DE ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE ALTERNA seda en la tabla 2J.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

2.10.3.4 Distancias en el aire en circuitos secundarios

Las **distancias en el aire** mínimas de los **circuitos secundarios** se determinan de la tabla 2M.

La **tensión de trabajo de cresta** a utilizar en la tabla 2M es:

- el valor de cresta de una tensión sinusoidal;
- el valor de cresta medido de una tensión no sinusoidal.

La sobretensión transitoria mayor a utilizar en la tabla 2M es:

- el transitorio mayor de la **red de alimentación**, determinada de acuerdo con el inciso 2.10.3.6 ó 2.10.3.7; o
- el transitorio mayor de la **red de telecomunicaciones**, determinada de acuerdo con el inciso 2.10.3.8,

según el valor más elevado.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 2M .- Distancias en el aire mínimas en los circuitos secundarios

Distancias en milímetros

TENSIÓN DE TRABAJO DE CRESTA inferior o igual	Mayor sobretensión transitoria en e l CIRCUITO SECUNDARIO (V de cresta)																	
	Hasta 71 V inclusive			Superior a 71 V hasta 800 V inclusive			Hasta 800 V inclusive			Superior a 800 V hasta 1 500 V inclusive						Superior a 1 500 V hasta 2 500 V inclusive [a]		
	Grados de contaminación																	
	1 y 2 [b]						3			1 y 2 [b]			3			1, 2 [b] y 3		
V	F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R
71	0.2	0.4 (0.2)	0.8 (0.4)	0.2	0.7 (0.2)	1.4 (0.4)	0.8	1.3 (0.8)	2.6 (1.6)	0.5	1.0 (0.5)	2.0 (1.0)	0.8	1.3 (0.8)	2.6 (1.6)	1.5	2.0 (1.5)	4.0 (3.0) 4.0
140	0.2	0.7 (0.2)	1.4 (0.4)	0.2	0.7 (0.2)	1.4 (0.4)	0.8	1.3 (0.8)	2.6 (1.6)	0.5	1.0 (0.5)	2.0 (1.0)	0.8	1.3 (0.8)	2.6 (1.6)	1.5	2.0 (1.5)	(3.0) 4.0 (3.0)
210	0.2	0.7 (0.2)	1.4 (0.4)	0.2	0.9 (0.2)	1.8 (0.4)	0.8	1.3 (0.8)	2.6 (1.6)	0.5	1.0 (0.5)	2.0 (1.0)	0.8	1.3 (0.8)	2.6 (1.6)	1.5	2.0 (1.5)	
280	0.2	1.1 (0.2)	2.2 (0.4)	F 0.8 B/S 1.4 (0.8) R 2.8 (1.6)												1.5	2.0 (1.5)	4.0 (3.0)
420	0.2	1.4 (0.2)	2.8 (0.4)	F 1.0 B/S 1.9 (1.0) R 3.8 (2.0)												1.5	2.0 (1.5)	4.0 (3.0)
700	F/B/S 2.5 R 5.0																	
840	F/B/S 3.2 R 5.0																	
1400	F/B/S 4.2 R 5.0																	
2 800	F/B/S/R 8.4 Véase [c]																	
7 000	F/B/S/R 17.5 Véase [c]																	
9 800	F/B/S/R 25 Véase [c]																	
14 000	F/B/S/R 37 Véase [c]																	
28 000	F/B/S/R 80 Véase [c]																	
42 000	F/B/S/R 130 Véase [c]																	

Los valores de la tabla se aplican al AISLAMIENTO FUNCIONAL (F) si se requiere por el inciso 5.3.4 a) (véase el inciso 2.10.1.3). AISLAMIENTO BÁSICO (B). AISLAMIENTO SUPLEMENTARIO (S). y AISLAMIENTO REFORZADO (R).

Se permite la interpolación lineal entre puntos adyacentes, redondeando la distancia en el aire mínima calculada al incremento de 0.1 mm inmediatamente superior.

Si el camino de la distancia en el aire discurre parcialmente a lo largo de la superficie de un material no perteneciente al Grupo de Materiales I. la tensión de prueba se aplica a través del espacio de aire y el Grupo de Materiales I solamente. La parte del camino a lo largo de la superficie de cualquier otro material aislante se deriva.

Los valores entre paréntesis se aplican al aislamiento básico. aislamiento suplementario o aislamiento reforzado si la fabricación está sujeta a un programa de control de calidad que proporcione al menos el mismo nivel de aseguramiento que el del ejemplo dado en el capítulo R.2 del apéndice R. El aislamiento doble y aislamiento reforzado deben estar sujetos a pruebas de rutina para la rigidez dieléctrica.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

a Para sobretensiones transitorias superiores a 2 500 V de cresta. debe utilizarse la tabla 2K o debe determinarse la DISTANCIA EN EL AIRE mínima utilizando el apéndice G.

b No se requiere superar la prueba del inciso 2.10.10 para el grado de contaminación 1.

c En un circuito secundario para las tensiones de trabajo de cresta por encima de 1 400 V. la distancia en el aire mínima es 5 mm siempre que el camino de la distancia en el aire supere la prueba de rigidez dieléctrica de acuerdo con el inciso 5.2.2 utilizando:

– una tensión de prueba en corriente alterna cuyo valor eficaz sea el 106 % de la tensión de trabajo de cresta (el valor de cresta es el 150 % de la tensión del trabajo de cresta). o

– una tensión de prueba en corriente continua igual al 150 % de la tensión de trabajo de cresta.

2.10.3.5 Distancias en el aire en circuitos con impulsos de inicio

Para circuitos que generan impulsos de inicio para encender una lámpara de descarga y si el circuito no es un **circuito para limitar la corriente** que cumpla con el inciso 2.4 (véase el inciso 2.10.1.7), la adecuación de las **distancias en el aire** se determina mediante uno de los siguientes métodos:

a) Determinar la **distancia en el aire** mínima de acuerdo con el apéndice G; o

b) Realizar pruebas de rigidez dieléctrica, utilizando uno de los siguientes procedimientos. Durante las pruebas, las terminales de la lámpara se cortocircuitan entre ellos.

- Prueba de acuerdo con el inciso 5.2.2, utilizando una tensión de prueba de cresta en corriente alterna o en corriente continua igual al 150 % de la **tensión de trabajo de cresta**; o

- Aplicar 30 impulsos de una amplitud igual al 150 % de la **tensión de trabajo de cresta** desde un generador de impulsos externo. La anchura del impulso debe ser igual o mayor que la del impulso de inicio generado internamente.

NOTA: Para **tensiones de trabajo** véase el inciso 2.10.2.1 i).

2.10.3.6 Transitorios de una red de alimentación en corriente alterna

Excepto en lo permitido a continuación, el mayor transitorio en un **circuito secundario** debido a transitorios en la **red de alimentación en corriente alterna** es el valor medido de acuerdo con el inciso 2.10.3.9 a).

Alternativamente para algunos **circuitos secundarios** se permite asumir que el mayor transitorio es uno de los siguientes:

- el valor medido de acuerdo con el inciso 2.10.3.9 a); o

- un nivel por debajo en la siguiente lista que la **tensión transitoria de la red de alimentación** de la tabla 2J en un **circuito primario**:

330, 500, 800, 1 500, 2 500 y 4 000 V de cresta

Esto se permite en los siguientes casos:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- un **circuito secundario**, derivado de una **red de alimentación en corriente alterna**, que esté conectado al borne de puesta a tierra de protección principal de acuerdo con el inciso 2.6.1;

- un **circuito secundario**, derivado de una **red de alimentación en corriente alterna** y separado del **circuito primario** mediante una pantalla metálica que esté conectada al borne de puesta a tierra de protección principal de acuerdo con el inciso 2.6.1.

2.10.3.7 Transitorios de una red de alimentación en corriente continua

NOTA: Un circuito conectado a la **red de alimentación en corriente continua** se considera que es un **circuito secundario** (véase el inciso 1.2.8.2).

El mayor transitorio en un **circuito secundario** debido a transitorios en una **red de alimentación en corriente continua** es:

- la **tensión transitoria de la red de alimentación**, si el **circuito secundario** está directamente conectado a una **red de alimentación en corriente continua**; o

- el valor medido de acuerdo con el inciso 2.10.3.9 a) en otros casos excepto los dados en los incisos 2.10.3.2 b) y 2.10.3.2 c).

NOTA: Ambas opciones anteriores dependen del valor de la **tensión transitoria de la red de alimentación**. En algunos casos, se asume que este valor es 71 V de cresta [véanse los incisos 2.10.3.2 b) y 2.10.3.2 c)]. Se utiliza la columna apropiada de la tabla 2K y no es necesaria ninguna medición.

2.10.3.8 Transitorios de la red de telecomunicaciones y de los sistemas de distribución por cable

Si la **tensión transitoria de la red de telecomunicaciones** es conocida para la **red de telecomunicaciones** en cuestión, se permite utilizar el valor conocido del inciso 2.10.3.4.

Si la **tensión transitoria de la red de telecomunicación** no se conoce, se debe utilizar el siguiente valor:

– 1 500 V valor de cresta si el circuito conectado a la **red de telecomunicación** es un **circuito TNV-1** o un **circuito TNV-3**; y

– 800 V valor de cresta si el circuito conectado a la **red de telecomunicación** es un **circuito MBTS** o un **circuito TNV-2.**

Si los transitorios entrantes se atenúan en el interior del equipo, se permite utilizar el valor medido de acuerdo con el inciso 2.10.3.9 b).

El efecto de la señal de llamada telefónica no se tiene en cuenta.

El efecto de los transitorios de un **sistema de distribución por cable** no se tiene en cuenta (sin embargo, véase el inciso 7.4.1).

2.10.3.9 Medición del nivel de transitorios

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Los siguientes pruebas se efectúan únicamente cuando se requiera determinar si la tensión transitoria a través de la **distancia en el aire** en cualquier circuito es menor de lo normal (por ejemplo, al efecto de un filtro en el equipo). La tensión transitoria a través de la **distancia en el aire** se mide utilizando el siguiente procedimiento de prueba.

Durante las pruebas, el equipo está conectado a su unidad de alimentación separada si la hubiera, pero no está conectado a la **red de alimentación** ni a ninguna **red de telecomunicación** y todos los supresores de picos en los **circuitos primarios** están desconectados.

Un dispositivo de medida de tensión se conecta a través de la **distancia en el aire** en cuestión.

a) Transitorios de una red de alimentación

Para medir una tensión transitoria a través de un **distancia en el aire** debida a transitorios en la **red de alimentación**, se utiliza el generador de prueba de impulsos de la referencia 2 de la tabla N.1 para generar impulsos de 1.2/50 µs. V_c es igual a la **tensión transitoria de la red de alimentación** dada en la tabla 2J.

De tres a seis impulsos de polaridades alternadas con intervalos de al menos 1 s entre impulsos, se aplican entre cada uno de los siguientes puntos donde sea aplicable:

Para una red de alimentación en corriente alterna

- entre líneas;
- todos los conductores de línea juntos y el neutro;
- todos los conductores de línea juntos y la tierra de protección;
- neutro y la tierra de protección.

Para una red de alimentación en corriente continua

- los puntos positivo y negativo de conexión de la alimentación;
- todos los puntos de conexión de la alimentación unidos y la tierra de protección.

b) Transitorios de la red de telecomunicación

Para medir la tensión transitoria a través de un **distancia en el aire** debida a transitorios en la **red de telecomunicación**, se utiliza el generador de prueba de impulsos de la referencia 1 de la tabla N.1 para generar impulsos de 10/700 µs. V_c es igual a la **tensión transitoria de la red de telecomunicación** determinada en el inciso 2.10.3.8.

De tres a seis impulsos de polaridades alternadas con intervalos de al menos 1 s entre impulsos, se aplican entre cada uno de los siguientes puntos de conexión de la **red de telecomunicación** de un tipo de interfaz único:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

– cada par de terminales (por ejemplo, A y B o dato y llamada) en una interfaz;

– todas las terminales de un solo tipo de interfaz juntos y la tierra.

Cuando haya varios circuitos idénticos, sólo se prueba uno.

2.10.4 Líneas de fuga

2.10.4.1 Generalidades

Las **líneas de fuga** deben dimensionarse de forma que, para una **tensión de trabajo eficaz** y un grado de contaminación dados, no se produce arqueo eléctrico no intencional entre partes conductoras, ni perforación del aislamiento (por ejemplo debido a la formación de caminos conductores).

2.10.4.2 Grupo de materiales e índice de resistencia a la formación de caminos conductores

Los grupos de materiales dependen del índice de resistencia a la formación de caminos conductores (IRC) y se clasifican como sigue:

Grupo de Materiales I	IRC ≥ 600
Grupo de Materiales II	400 ≤ IRC < 600
Grupo de Materiales IIIa	175 ≤ IRC < 400
Grupo de Materiales IIIb	100 ≤ IRC < 175

Los grupos de materiales se verifican por evaluación de los datos de prueba del material según la NMX-J-574-ANCE utilizando 50 gotas de la solución A.

Si el grupo de materiales no es conocido, se debe asumir que pertenece al grupo de materiales IIIb.

Si se necesita un IRC igual o superior a 175 y no hay disponibles datos, el grupo de materiales puede determinarse con un prueba de índice de prueba a la formación de caminos conductores (IPC) según se especifica en la Norma Mexicana NMX-J-574-ANCE. Un material puede incluirse en un grupo si su IPC alcanzado en estos pruebas es igual o superior al valor menor del IRC especificado para el grupo.

2.10.4.3 Líneas de fuga mínimas

Las **líneas de fuga** no deben ser menores que los mínimos valores apropiados especificados en la tabla 2N.

Si la **línea de fuga** mínima que se deriva de la tabla 2N es menor que la **distancia en el aire** mínima aplicable, el valor para la **distancia en el aire** mínima debe aplicarse como el valor mínimo para la **línea de fuga**.

Para vidrio, mica, cerámica vitrificada, o materiales inorgánicos similares, si la **línea de fuga** mínima es mayor que la **distancia en el aire** mínima aplicable, se permite aplicar el valor de la **distancia en el aire** mínima como la **línea de fuga** mínima.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

La **línea de fuga** entre la **superficie frontera** de un conector y las partes conductoras dentro del conector que está conectado a **tensión peligrosa** debe cumplir con los requisitos para el **aislamiento reforzado**. Como excepción, para conectores que están:

- fijados al equipo;
- situados en el interior del **gabinete** exterior del equipo; y
- únicamente accesibles después de su retirada de un subconjunto reemplazable por el **usuario** que se requiera estar en su lugar durante el funcionamiento normal,

esta **línea de fuga** debe cumplir con los requisitos para el **aislamiento básico**.

NOTA: Los pruebas del inciso 2.1.1.1 para el acceso a partes peligrosas se aplican a estos conectores después de la retirada del subconjunto.

Para el resto de las **líneas de fuga** en los conectores, incluyendo conectores que no estén fijos al equipo, se aplican los valores mínimos especificados en la tabla 2N.

Las **líneas de fuga** mínimas anteriores para conectores no se aplican a conectores que cumplan con una de las Normas indicadas en los incisos P.18, P.20, P.21, P.22 Y P.23 del apéndice P, véase también el inciso 1.5.2.

La conformidad se verifica por medición, teniendo en cuenta el apéndice F. Se aplican las siguientes condiciones:

- las partes móviles se sitúan en sus posiciones más desfavorables;
- para equipos que incorporan **cables de alimentación no desmontables** ordinarios, las medidas de las **líneas de fuga** se realizan con conductores de alimentación con la sección mayor especificada en el inciso 3.3.4 para el borne en cuestión y también sin conductores; y
- al medir las **líneas de fuga** a partir de la **superficie frontera** de un gabinete de un material aislante a través de una ranura o abertura en el gabinete o a través de una abertura en el conector accesible, la superficie accesible se considera conductora como si estuviera cubierta por una lámina metálica en todas aquellas partes que puedan tocarse con el dedo de prueba de la figura 2A (véase el inciso 2.1.1.1), aplicado sin ninguna fuerza apreciable (véase la figura F.12, punto X).

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 2N.- Líneas de fuga mínimas

LÍNEAS DE FUGA en milímetros

TENSIÓN DE TRABAJO EFICAZ (R.C.M.) hasta e inclusive V	Grado de						
	1 a			2			3
	Grupo de						
	I. II. IIIa. IIIb	I	II	IIIa. IIIb	I	II	IIIa. IIIb véase la nota
10	0.08	0.4	0.4	0.4	1.0	1.0	1.0
12.5	0.09	0.42	0.42	0.42	1.05	1.05	1.05
16	0.1	0.45	0.45	0.45	1.1	1.1	1.1
20	0.11	0.48	0.48	0.48	1.2	1.2	1.2
25	0.125	0.5	0.5	0.5	1.25	1.25	1.25
32	0.14	0.53	0.53	0.53	1.3	1.3	1.3
40	0.16	0.56	0.8	1.1	1.4	1.6	1.8
50	0.18	0.6	0.85	1.2	1.5	1.7	1.9
63	0.2	0.63	0.9	1.25	1.6	1.8	2.0
80	0.22	0.67	0.9	1.3	1.7	1.9	2.1
100	0.25	0.71	1.0	1.4	1.8	2.0	2.2
125	0.28	0.75	1.05	1.5	1.9	2.1	2.4
160	0.32	0.8	1.1	1.6	2.0	2.2	2.5
200	0.42	1.0	1.4	2.0	2.5	2.8	3.2
250	0.56	1.25	1.8	2.5	3.2	3.6	4.0
320	0.75	1.6	2.2	3.2	4.0	4.5	5.0
400	1.0	2.0	2.8	4.0	5.0	5.6	6.3
500	1.3	2.5	3.6	5.0	6.3	7.1	8.0
630	1.8	3.2	4.5	6.3	8.0	9.0	10
800	2.4	4.0	5.6	8.0	10	11	12.5
1 000	3.2	5.0	7.1	10	12.5	14	16
1 250	4.2	6.3	9.0	12.5	16	18	20
1 600	5.6	8.0	11	16	20	22	25
2 000	7.5	10	14	20	25	28	32
2 500	10	12.5	18	25	32	36	40
3 200	12.5	16	22	32	40	45	50
4 000	16	20	28	40	50	56	63
5 000	20	25	36	50	63	71	80
6 300	25	32	45	63	80	90	100
8 000	32	40	56	80	100	110	125
10 000	40	50	71	100	125	140	160
12 500	50	63	90	125			
16 000	63	80	110	160			
20 000	80	100	140	200			
25 000	100	125	180	250			
32 000	125	160	220	320			
40 000	160	200	280	400			
50 000	200	250	360	500			
63 000	250	320	450	600			

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Los valores de la tabla se aplican al aislamiento funcional si se requiere por el inciso 5.3.4 a) (véase el inciso 2.10.1.3) aislamiento básico y aislamiento suplementario. Para el aislamiento reforzado los valores son dos veces los valores de la tabla. Se permite la interpolación lineal entre puntos adyacentes. redondeando la línea de fuga mínima calculada al incremento mayor siguiente o el valor de la siguiente fila, la que sea menor. Para valores: - que no exceda de 0.5 mm, el incremento especificado es de 0.01 mm; - para los que superen los 0.5 mm, el incremento especificado es de 0.1 mm Para el aislamiento reforzado. El valor calculado para el aislamiento básico debe doblarse antes de aplicarse el redondeo. NOTA: El material de grupo IIIb no se recomiendo para aplicaciones con grado de contaminación 3 con una tensión de trabajo eficaz por encima de 630 V.
a Se permite la utilización de los valores párale grado de contaminación 1 si una de las muestras supera las pruebas del inciso 2.10.10.

2.10.5 Aislamiento sólido

2.10.5.1 Generalidades

En el inciso 2.10.5, los requisitos para el **aislamiento sólido** (excepto aquellos para materiales en láminas delgadas) y para los compuestos aislantes también se aplica a materiales en gel, utilizados para este propósito.

El **aislamiento sólido** debe estar:

- dimensionado para que las sobretensiones, incluyendo transitorios, que entren en el equipo y tensiones de cresta que puedan generarse dentro del equipo, no destruyan el **aislamiento sólido**; y
- dispuesto para que se limite la posibilidad de perforación que ocurre debido a la presencia de microagujeros en capas finas del aislamiento.

El esmalte basado en un solvente se acepta únicamente en cables para bobinado como los descritos en el inciso 2.10.5.13.

Excepto para las tarjetas impresas, el **aislamiento sólido** debe:

- cumplir con las distancias mínimas a través del aislamiento de acuerdo con el inciso 2.10.5.2; o
- cumplir los requisitos y superar las pruebas de los incisos 2.10.5.3 a 2.10.5.13 según sean aplicables.

NOTAS:

1) Para tarjetas impresas, véase el inciso 2.10.6.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

2) Para el **aislamiento sólido** de cableado interno, véase el inciso 3.1.4.

La conformidad con los requisitos de los incisos 2.10.5.2 a 2.10.5.14 para la adecuación del **aislamiento sólido** se verifica por inspección y medición, teniendo en cuenta el apéndice F, por las pruebas de rigidez dieléctrica del inciso 5.2 y por las pruebas adicionales requeridos en los incisos 2.10.5.4 a 2.10.5.14.

2.10.5.2 Distancias a través del aislamiento

Si un diseño está basado en las distancias a través del aislamiento, estas distancias deben dimensionarse según la aplicación del aislamiento (véase el inciso 2.9) y como sigue (véase la figura F.14):

- si la **tensión de trabajo de cresta** no sobrepasa los 71 V, no existe ningún requisito para distancias a través del aislamiento;

- si la **tensión de trabajo de cresta** sobrepasa los 71 V, se aplican las siguientes reglas:

- para el **aislamiento funcional** y el **aislamiento básico** no hay distancias a través del aislamiento mínimas;

- para **aislamiento suplementario** o **aislamiento reforzado** debe haber una distancia mínima a través del aislamiento de 0,4 mm o superior, proporcionada por una única capa.

Para los criterios de conformidad, véase el inciso 2.10.5.1.

2.10.5.3 Compuesto aislante como compuesto sólido

NOTA: Para tarjetas impresas véase el inciso 2.10.6 y para componentes bobinados, véanse los incisos 2.10.5.11, 2.10.5.12, 2.10.5.13 y 2.10.5.14.

No existen **distancias en el aire** o **líneas de fuga** internas mínimas si el compuesto aislante llena completamente la carcasa de un componente o subconjunto, siempre que cada distancia a través del aislamiento en el componente o subconjunto cumpla los requisitos del inciso 2.10.5.2 y una única muestra supere las pruebas del inciso 2.10.10.

NOTAS:

1) Algunos ejemplos de este tratamiento son conocidos como revestimiento con molde perdido, encapsulado e impregnación en vacío.

2) Dichas construcciones pueden contener juntas cementadas, en cuyo caso también se aplica el inciso 2.10.5.5.

Para los criterios de conformidad, véase el inciso 2.10.5.1.

2.10.5.4 Dispositivos semiconductores

No existen requisitos de distancia a través del aislamiento para el **aislamiento suplementario** o **aislamiento reforzado** consistente en un compuesto aislante que rellena completamente la funda del componente de semiconductores (por ejemplo, un

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

optoacoplador, véase la figura F.17), siempre que el componente satisfaga una de las condiciones siguientes, a) o b):

a) satisface las **pruebas de tipo** y criterios de inspección del inciso 2.10.11; y

   – se somete a **pruebas de rutina** de rigidez dieléctrica durante su fabricación, utilizando el valor apropiado de la tensión de prueba del inciso 5.2.2; o

b) para un optoacoplador únicamente, cumplir con los requisitos de la norma indicada en el inciso P.26 del apéndice P, donde las tensiones de prueba se especifican en el inciso 5.2.6 de la norma indicada en el inciso P.26 del apéndice P:

- la tensión $V_{ini,a}$ para la **prueba de tipo** y
- la tensión $V_{ini,b}$ para la **prueba de rutina**,

debe ser el valor apropiado de la tensión de prueba del inciso 5.2.2 de esta Norma Mexicana.

NOTA: Las construcciones anteriores pueden contener juntas cementadas, en cuyo caso también se aplica el inciso 2.10.5.5.

Como alternativa a los puntos a) y b) anteriores, se permite tratar un semiconductor de acuerdo con el inciso 2.10.5.3, si es aplicable.

Para los criterios de conformidad, véase el inciso 2.10.5.1.

2.10.5.5 Juntas cementadas

Cuando el camino entre partes conductoras se rellena con un compuesto aislante y el compuesto aislante forma una junta cementada entre dos partes no conductoras (véase la figura F.18) o entre una parte no conductora y él mismo (véanse las figuras F.16 y F.17), se aplica uno de los puntos siguientes, a), b) o c):

a) La distancia a lo largo del camino entre dos partes conductoras no debe ser inferior a las **distancias en el aire** y **líneas de fuga** mínimas para el grado de contaminación 2. Los requisitos para la distancia a través del aislamiento del inciso 2.10.5.2 no se aplican a lo largo de la junta.

b) La distancia a lo largo del camino entre dos partes conductoras no debe ser inferior a las **distancias en el aire** y **líneas de fuga** mínimas para el grado de contaminación 1. Además, una muestra debe superar la prueba del inciso 2.10.10. Los requisitos para la distancia a través del aislamiento del inciso 2.10.5.2 no se aplican a lo largo de la junta.

c) Los requisitos para la distancia a través del aislamiento del inciso 2.10.5.2 se aplican entre las partes conductoras a lo largo de la junta. Además, tres muestras deben superar la prueba del inciso 2.10.11.

Para los puntos a) y b) anteriores, si los materiales aislantes implicados tienen diferentes grupos de materiales, se utiliza el peor caso. Si un grupo de materiales no se conoce debe tomarse el grupo de materiales IIIb.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Para los puntos b) y c) anteriores, las pruebas de los incisos 2.10.10 y 2.10.11 no se aplican a tarjetas impresas hechas utilizando un preimpregnado si la temperatura de la tarjeta impresa medida durante la prueba del inciso 4.5.2 no supera 90 ºC en cualquier punto sobre el material de la tarjeta impresa.

NOTAS:

1) No existen **distancias en el aire** o **líneas de fuga** reales a menos que la junta se pierda, por ejemplo, debido al envejecimiento. Para cubrir esta posibilidad, se aplican los requisitos de prueba del punto c) si las **distancias en el aire** y **líneas de fuga** de acuerdo con los puntos a) o b) no se cumplen.

2) Algunos ejemplos de juntas cementadas son los siguientes:

- entre dos partes no conductoras cementadas juntas, por ejemplo dos capas de una tarjeta impresa multicapa (véase la figura F.16) o la bobina separada de un transformador donde la partición está fijada por un adhesivo (véase la figura F.18);

- entre capas de aislamiento enrolladas en espiral en un cable de bobinado, sellado mediante adhesivo;

- entre la funda no conductora de un optoacoplador y el compuesto aislante que llena la funda (véase la figura F.17).

Para los criterios de conformidad, véase el inciso 2.10.5.1.

2.10.5.6 Materiales de láminas delgadas – Generalidades

No existen requisitos dimensionales o de construcción para el aislamiento en materiales de láminas delgadas utilizados como **aislamiento funcional** o **aislamiento básico**.

El aislamiento en materiales de lámina delgada está permitido para **aislamiento suplementario** y **reforzado** (véase la figura F.15), independientemente de la distancia a través del asilamiento, siempre que se aplique todo lo siguiente:

- se utilicen dos o más capas;

- el aislamiento esté dentro del gabinete del equipo;

- el aislamiento no esté sometido a manipulación o abrasión durante el servicio del **operador**; y

- se cumplan los requisitos y pruebas del inciso 2.10.5.7 (para capas separables) o 2.10.5.8 (para capas no separables).

No se requiere para dos o más capas fijarse a la misma parte conductora. Las dos o más capas pueden:

- fijarse a una de las partes conductoras que requieran separación;

- compartirse entre dos partes conductoras; o

- no fijarse a ninguna de las partes conductoras.

2.10.5.7 Materiales de láminas delgadas separables

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Para el aislamiento en capas de materiales de láminas delgadas separables, además de los requisitos del inciso 2.10.5.6,

- el **aislamiento suplementario** debe comprender al menos dos capas de material, cada una de las cuales pasa la prueba de rigidez dieléctrica para **aislamientos suplementarios**; o

- el **aislamiento suplementario** debe comprender tres capas de material para las que cualquier combinación de dos capas juntas pasa la prueba de rigidez dieléctrica para **aislamientos suplementarios**; o

- el **aislamiento reforzado** debe comprender al menos dos capas de material, cada una de las cuales pasa la prueba de rigidez dieléctrica para **aislamientos reforzados**; o

  - el **aislamiento reforzado** debe comprender tres capas de material para las que cualquier combinación de dos capas juntas satisface la prueba de rigidez dieléctrica para **aislamientos reforzados**.

Se permite para diferentes capas de aislamiento ser de diferentes materiales o espesores, o ambos.

La conformidad se verifica por inspección y por la prueba de rigidez dieléctrica del inciso 2.10.5.9 ó 2.10.5.10.

2.10.5.8 Material de láminas delgadas no separables

Para el aislamiento consistente en materiales de láminas delgadas no separables , además de los requisitos del inciso 2.10.5.6, se aplican los procedimientos de prueba de la tabla 2P.

Se permite para diferentes capas de aislamiento ser de diferentes materiales o espesores, o ambos.

La conformidad se verifica por inspección y por los pruebas especificadas en la tabla 2P.

TABLA 2P.- Pruebas para el aislamiento en capas no separables

Número de capas	Procedimiento de prueba
AISLAMIENTO SUPLEMENTARIO	
Dos o más capas:	Se aplica el procedimiento de pruebas del inciso 2.10.5.9[a]
AISLAMIENTO REFORZADO	
Dos capas:	Se aplica el procedimiento de prueba del inciso 2.10.5.9[a]
Tres o más capas:	Se aplica el procedimiento de prueba del inciso 2.10.5.9 y el apéndice AA[a]

[a] El procedimiento de prueba alternativo del inciso 2.10.5.10 no puede utilizarse para capas no separables.

NOTA El objetivo de las pruebas del apéndice AA es asegurar que el material tiene una resistencia adecuada para resistir los daños ocultos en las capas internas del aislamiento. Por tanto, las pruebas no se aplican a aislamientos en dos capas. Las pruebas del apéndice AA no se aplican a aislamientos suplementarios.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

2.10.5.9 Materiales de láminas delgadas – Procedimiento de prueba normalizado

Para capas separables o no separables, se aplican las pruebas de rigidez dieléctrica de acuerdo con el inciso 5.2.2 con todas las capas juntas. La tensión de prueba es:

- 200 % de V_{prueba} si se usan dos capas; o
- 150 % de V_{prueba} si se usan tres capas,

donde V_{prueba} es la tensión de prueba especificada en el inciso 5.2.2 para **aislamiento suplementario** o **reforzado** según lo que sea apropiado.

NOTA: A menos que todas las capas sean del mismo material y tengan el mismo espesor, existe la posibilidad de que la tensión de prueba no se reparte por igual entre las capas, causando perforación de una capa que pueda haber superado la prueba de forma separada.

2.10.5.10 Materiales de láminas delgadas - Procedimiento de prueba alternativo

Si las láminas pueden separarse para probarlas individualmente, se permite la siguiente alternativa al procedimiento de prueba normalizado del inciso 2.10.5.9.

Se aplican las pruebas de rigidez dieléctrica de acuerdo con el inciso 5.2.2, utilizando las tensiones de prueba iguales a las tensiones de prueba especificadas en el inciso 5.2.2 para **aislamiento suplementario** o **reforzado** según el que sea apropiado.

Si se utilizan dos capas, cada capa debe superar la prueba.

Si se utilizan tres o más capas, cada combinación de dos capas juntas debe superar la prueba.

Si se utilizan tres o más capas, se permite dividir esas capas en grupos de dos o tres para las pruebas. En las pruebas de rigidez dieléctrica anteriores, se prueban dos o tres grupos en lugar de dos o tres capas.

Una prueba en una capa o grupo de capas no se repite en una capa o grupo idénticos.

2.10.5.11 Aislamiento en componentes bobinados

Los transformadores planos no se consideran como componentes bobinados.

NOTA: Los transformadores planos están sometidos a los requisitos que cubren la construcción de tarjetas impresas, véase el inciso 2.10.6.

No existen requisitos dimensionales o de construcción para el **aislamiento funcional** en un componente bobinado.

Se permite que el **aislamiento básico**, **suplementario** o **reforzado** en un componente bobinado esté proporcionado por:

- el aislamiento en un cable bobinado u otro cable (véase el inciso 2.10.5.12 o 2.10.5.13); o

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- otro aislamiento (véase el inciso 2.10.5.14); o

- una combinación de los dos.

NOTA: Los componentes bobinados pueden contener juntas cementadas, en cuyo caso se aplica también el inciso 2.10.5.5.

Para el **aislamiento doble** entre el conductor de un cable y otra parte conductora, se permite que el **aislamiento básico** esté proporcionado por aislamiento que cumpla con el inciso 2.10.5.12 en uno de los cables y **aislamiento suplementario** por aislamiento adicional que cumpla con el inciso 2.10.5.14, o viceversa.

Para los criterios de conformidad véase el inciso 2.10.5.1.

Adicionalmente, el **aislamiento básico**, **suplementario** y **reforzado** en componentes bobinados acabados deben superar las **pruebas de rutina** para la rigidez dieléctrica de acuerdo con el inciso 5.2.2.

2.10.5.12 Cable en componentes bobinados

Los siguientes requisitos se aplican a cables bobinados y otros cables cuyo aislamiento proporcione un **aislamiento básico**, **suplementario** o **reforzado**, según se requiera.

El esmalte basado en disolvente no se considera que proporcione **aislamiento básico**, **suplementario** o **reforzado**. El esmalte basado en disolvente sólo se acepta si se utiliza como aislamiento de cable bobinado como se describe en el inciso 2.10.5.13.

NOTA: Para el aislamiento adicional proporcionado al aislamiento de cable bobinado, véase el inciso 2.10.5.14.

Si la **tensión de trabajo de cresta** no supera 71 V, no existen requisitos dimensionales o de construcción.

Si la **tensión de trabajo de cresta** supera 71 V se aplica uno de los siguientes puntos a), b) o c):

a) Para el **aislamiento básico** que no esté sometido a esfuerzos (por ejemplo de tensiones del bobinado), no existen requisitos dimensionales o de construcción. Para el **aislamiento básico** que esté sometido a esfuerzos, se aplica el punto b) o c).

NOTA: La excepción del punto a) no se aplica al **aislamiento suplementario** o **reforzado**.

b) Para el **aislamiento básico**, **suplementario** o **reforzado**, el aislamiento en el cable debe:

- tener un espesor de al menos 0.4 mm proporcionado por una sola capa; o

- cumplir con el inciso 2.10.5.6 o con el apéndice U.

c) El cable bobinado debe cumplir con el apéndice U. Además, el número mínimo de capas superpuestas de cinta enrollada en espiral o capas extruidas de aislamiento debe ser como sigue:

- para **aislamiento básico**: una capa;

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- para **aislamiento suplementario**: dos capas;

- para **aislamiento reforzado**: tres capas.

Para el aislamiento entre dos cables bobinados adyacentes, una capa en cada conductor se considera que proporciona **aislamiento suplementario**.

Una cinta enrollada en espiral con menos del 50 % de superposición se considera que constituye una capa.

Una cinta enrollada en espiral con más del 50 % de superposición se considera que constituye dos capas.

Una cinta enrollada en espiral debe sellarse y superar las pruebas del inciso 2.10.5.5 a), b) o c).

NOTA: Para cables aislados mediante un proceso de extrusión, el sellado es inherente al proceso.

Cuando dos cables bobinados o, un cable bobinado y otro cable , se ponen en contacto dentro de un componente bobinado, se cruzan con un ángulo entre 45º y 90º y están sujetos a la tensión de devanado, se debe proveer protección contra la tensión mecánica. Esta protección puede conseguirse, por ejemplo, por una separación física en forma de hojas o material de láminas aislante, o utilizando el doble de capas aislantes requeridas.

Para los criterios de conformidad véase el inciso 2.10.5.1. Si se requieren las pruebas del apéndice U no se repiten si las hojas de datos del material confirman su conformidad.

2.10.5.13 Cable con esmalte basado en disolvente en componentes bobinados

Se permite la utilización de esmalte basado en disolventes sobre cables bobinados para proporcionar la separación eléctrica considerada para satisfacer los requisitos del inciso 2.3.2.1.

NOTA: El esmalte basado en disolvente no se considera que proporciona aislamiento **básico**, **suplementario** o **reforzado**, véase el inciso 2.10.5.12.

El aislamiento de todos los conductores debe ser esmalte que cumpla con los requisitos de cable bobinado de grado 2 de acuerdo con una de las normas de la serie de normas indicadas en el inciso P.27 del apéndice P con la **prueba de tipo** realizado a una tensión de prueba que no sea inferior a la requerida por el inciso 5.2.2.

La conformidad se verifica por inspección y por las siguientes pruebas.

El componente acabado se somete a una **prueba de tipo** para la rigidez dieléctrica (entre bobinados y entre bobinados y el núcleo(véase el capítulo C.2) de acuerdo con el inciso 5.2.2.

El componente acabado también se somete a las **pruebas de rutina** para la rigidez dieléctrica de la separación eléctrica de acuerdo con el inciso 5.2.2, utilizando una tensión de prueba de 1 000 V.

Los requisitos dimensionales y de construcción del inciso 2.10 y apéndice G no se aplican para la conformidad con el inciso 2.10.5.13.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

NOTA: En algunos casos, también se aplica el inciso 6.1.2.1.

2.10.5.14 Aislamiento adicional en componentes bobinados

Los siguientes requisitos se aplican al aislamiento de un componente bobinado, proporcionado además del aislamiento del cable bobinado u otro cable. Esto incluye, por ejemplo:

- aislamiento entre bobinados; y
- aislamiento entre un cable bobinado u otro cable y cualquier otra parte conductora en el componente bobinado.

NOTA: Para el aislamiento en el propio cable bobinado, véase el inciso 2.10.5.12.

Si la **tensión de trabajo de cresta** no supera 71 V, no existen requisitos dimensionales o de construcción.

Si la **tensión de trabajo de cresta** supera 71 V,

- para el **aislamiento básico** que no esté sometido a esfuerzos, no existen requisitos dimensionales o de construcción.
- para el **aislamiento suplementario** o **reforzado** debe:

- tener un espesor de al menos 0.4 mm proporcionado por una sola capa; o
- cumplir con el inciso 2.10.5.6.

2.10.6 Construcción de tarjetas impresas

NOTA: También se aplica el inciso 2.10.6 a los bobinados de los transformadores planos y a los transformadores cerámicos.

2.10.6.1 Tarjetas impresas sin revestimiento

El aislamiento entre conductores en las superficies exteriores de tarjetas impresas sin revestimiento deben cumplir con los requisitos para las **distancias en el aire** mínimas del inciso 2.10.3 (o apéndice G) o los requisitos para las **líneas de fuga** mínimas del inciso 2.10.4.

La conformidad se verifica por inspección y medición.

2.10.6.2 Tarjetas impresas con revestimiento

Para las tarjetas impresas cuyas superficies exteriores tienen que revestirse con un material de revestimiento adecuado, se aplican los siguientes requisitos a las partes conductoras antes de revestirse:

- deben cumplirse las distancias de separación mínimas de la tabla 2Q; y
- la fabricación se somete a un programa de control de calidad que proporcione al menos el mismo nivel de evaluación que el ejemplo dado en el capítulo R.1 del

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

apéndice R. El **aislamiento básico** y **reforzado** deben superar la **prueba de rutina** para la rigidez dieléctrica.

Deben revestirse una o ambas partes conductoras y al menos un 80 % de las distancias sobre la superficie entre las partes conductoras.

El proceso de revestimiento, el material de revestimiento y el material base deben ser tales que se asegure la calidad uniforme y que las distancias de separación en consideración estén protegidas de forma efectiva.

Las **distancias en el aire** mínimas del inciso 2.10.3 (o apéndice G) y las **líneas de fuga** mínimas del inciso 2.10.4 se aplican:

- si no se cumplen las condiciones anteriores;
- entre dos partes conductoras no revestidas cualesquiera; y
- sobre el exterior del revestimiento.

La conformidad se verifica por inspección y medición, teniendo en cuenta la figura F.11 y por las pruebas del inciso 2.10.8.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 2Q.- Distancias mínimas de separación para los tarjetas impresas revestidas

TENSIÓN DE TRABAJO DE CRESTA hasta e inclusive V de cresta	AISLAMIENTO FUNCIONAL, BÁSICO o SUPLEMENTARIO	AISLAMIENTO REFORZADO mm
17 [a]	0.025	0.05
89 [a]	0.04	0.08
113 [a]	0.063	0.125
141 [a]	0.1	0.2
177 [a]	0.16	0.32
227 [a]	0.25	0.5
283 [a]	0.4	0.8
354 [a]	0.56	1.12
455 [a]	0.75	1.5
570	1.0	2.0
710	1.3	2.6
895	1.8	3.6
1 135	2.4	3.8
1 450	2.8	4.0
1 770	3.4	4.2
2 260	4.1	4.6
2 830	5.0	5.0
3 540	6.3	6.3
4 520	8.2	8.2
5 660	10.0	10.0
7 070	13.0	13.0
8 910	16.0	16.0
11 310	20.0	20.0
14 140	26.0	26.0
17 700	33.0	33.0
22 600	43.0	43.0
28 300	55.0	55.0
35 400	70.0	70.0
45 200	86.0	86.0

Se permite la interpolación lineal entre puntos adyacentes. redondeando la línea de fuga mínima calculada al incremento mayor siguiente o el valor de la siguiente fila, la que sea menor. Para valores:

- que no excedan de 0.5 mm, el incremento especificado es de 0.01 mm;
- para los que superen los 0.5 mm, el incremento especificado es de 0.1 mm

[q] La prueba del inciso 2.10.8 no es necesaria.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

2.10.6.3 Aislamiento entre conductores dentro de la misma superficie interna de una tarjeta impresa.

En una superficie interna de una tarjeta impresa multicapa (véase la figura F.16), el camino entre dos conductores cualesquiera debe cumplir con los requisitos para juntas cementadas del inciso 2.10.5.5.

2.10.6.4 Aislamiento entre conductores entre superficies distintas de una tarjeta impresa

El **aislamiento suplementario** o el **aislamiento reforzado** entre partes conductoras en diferentes superficies de tarjetas impresas monocapa de doble cara, tarjetas impresas multicapa y tarjetas impresas de núcleo metálico, debe:

- tener un espesor mínimo de 0.4 mm; o

- cumplir con una de las especificaciones y superar las pruebas de la tabla 2R.

No existe requisito correspondiente para el **aislamiento funcional o aislamiento básico**.

La conformidad se verifica por inspección, medición y por pruebas cuando se requiera.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 2R.- Aislamiento en tarjetas impresas

Especificaciones del aislamiento	TIPOS DE PRUEBA [a]	PRUEBAS DE RUTINA Para rigidez dieléctrica [c]
Dos capas de material aislante de lámina, incluyendo el preimpregnado [b]	No	Sí
Tres o más capas de material aislante de lámina, incluyendo el preimpregnado [b]	No	No
Un sistema aislante con revestimiento cerámico sobre sustrato metálico, tratado a ≥ 500 ºC	No	Sí
Un sistema aislante, con dos o más revestimientos diferentes a los cerámicos sobre sustrato metálico, tratado a < 500 ºC	Sí	Sí

NOTAS:

1) El preimpregnado es el término utilizado para una capa de fibra de vidrio impregnada con una resina parcialmente curada.

2) La cerámica , por lo general, es un material inorgánico compuesto principalmente por sustancias refractarias y cristalinos cuando se enfría.
Ejemplos de materiales refractarios utilizados en la cerámica son silicatos, óxidos, nitruro de silicio y titanato.

[a] Envejecimiento térmico del inciso 2.10.8.2, seguido de la prueba de rigidez dieléctrica del inciso 5.2.2.

[b] Las capas se cuentan antes del tratamiento.

[c] La prueba de rigidez dieléctrica se lleva a cabo en la tarjeta impresa terminada.

2.10.7 Terminaciones externas de componentes

Se permite el uso de revestimientos sobre terminaciones externas de componentes para incrementar las **distancias en el aire** y las **líneas de fuga** efectivas (véase la figura F.10). Las distancias de separación mínimas de la tabla 2Q se aplican al componente antes del revestimiento y el revestimiento debe cumplir todos los requisitos del inciso 2.10.6.2, incluyendo las previsiones de control de la calidad.

La disposición mecánica y la rigidez de las terminaciones deben ser adecuadas para asegurar que, durante la manipulación normal, el ensamblaje en el equipo y el subsiguiente uso, las terminaciones no estarán sometidos a deformación que agrietaría el recubrimiento o reduciría las distancias de separación entre las partes conductoras por debajo de los valores dados en la tabla 2Q (véase el inciso 2.10.6.2).

La conformidad se verifica por inspección teniendo en cuenta la figura F.10 y aplicando la secuencia de pruebas de los incisos 2.10.8.1, 2.10.8.2 y , 2.10.8.3. Estas pruebas se llevan a cabo en el conjunto completo, incluyendo el(los) componente(s).

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

También, la prueba de resistencia a la abrasión del inciso 2.10.8.4 se lleva a cabo en una tarjeta impresa de muestra especialmente preparada como se describe para la muestra 3 del inciso 2.10.8.1, excepto que la separación entre las partes conductoras debe ser representativa de las mínimas separaciones y los máximos gradientes de potencial utilizados en el conjunto.

2.10.8 Pruebas sobre tarjetas impresas revestidas y componentes revestidos

2.10.8.1 Preparación de muestras e inspección preliminar

Se requieren tres tarjetas impresas (o, para los componentes revestidos del inciso 2.10.7, dos componentes y una tarjeta) identificadas como muestra 1, 2 y 3. Se permite utilizar las tarjetas reales o muestras producidas especialmente con un recubrimiento representativo y separaciones mínimas. Cada tarjeta de muestra debe ser representativa de las mínimas separaciones usadas y estar revestida. Cada muestra se somete a la secuencia completa de fabricación, incluyendo la soldadura y limpieza, al cual normalmente se somete durante el ensamblado del equipo.

Cuando se hace inspección visual, las tarjetas no deben mostrar ninguna evidencia de pequeños orificios o burbujas en el recubrimiento o rupturas de las pistas conductoras en las esquinas.

2.10.8.2 Acondicionamiento térmico

La muestra 1 (véase el inciso 2.10.8.1) se somete a la secuencia del ciclo térmico del inciso 2.10.9.

La muestra 2 debe envejecerse en un horno completamente ventilado a una temperatura y durante un tiempo de duración elegido del gráfico de la figura 2J, utilizando la línea índice de temperatura que corresponda a la máxima temperatura de funcionamiento de la tarjeta recubierta. La temperatura del horno debe mantenerse a la temperatura especificada ± 2 ºC. La temperatura utilizada para determinar la línea índice de temperatura es la temperatura más alta en la tarjeta donde está implicada la seguridad.

Cuando se utilice la figura 2J, se permite utilizar la interpolación entre las 2 líneas índice de temperaturas más próximas.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

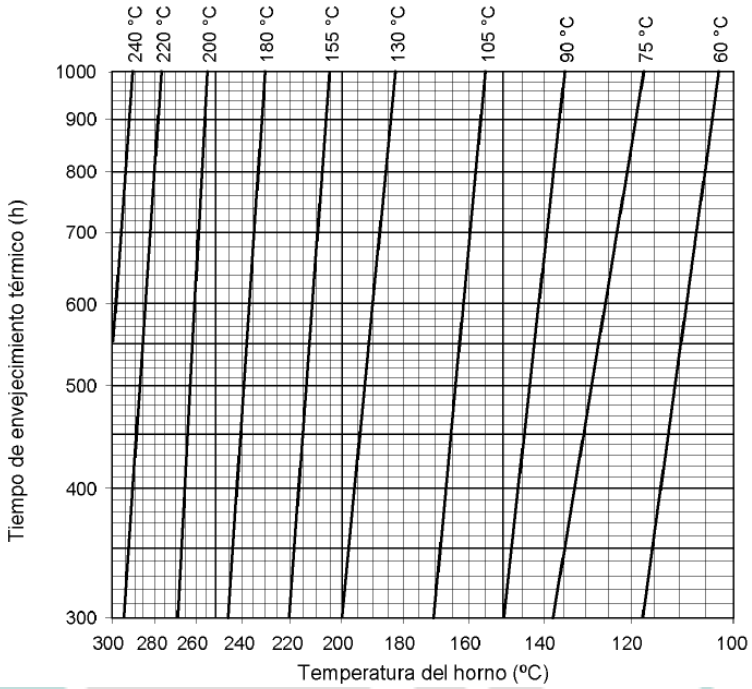


FIGURA 2J.- Tiempo de envejecimiento térmico

2.10.8.3 Prueba de rigidez dieléctrica

Las muestras 1 y 2 (véase el inciso 2.10.8.1) se someten ahora al acondicionamiento de humedad del inciso 2.9.2 y deben soportar la prueba de rigidez dieléctrica aplicable del inciso 5.2.2 entre conductores.

2.10.8.4 Prueba de resistencia a la abrasión

La muestra 3 (véase el inciso 2.10.8.1) se somete a la siguiente prueba.

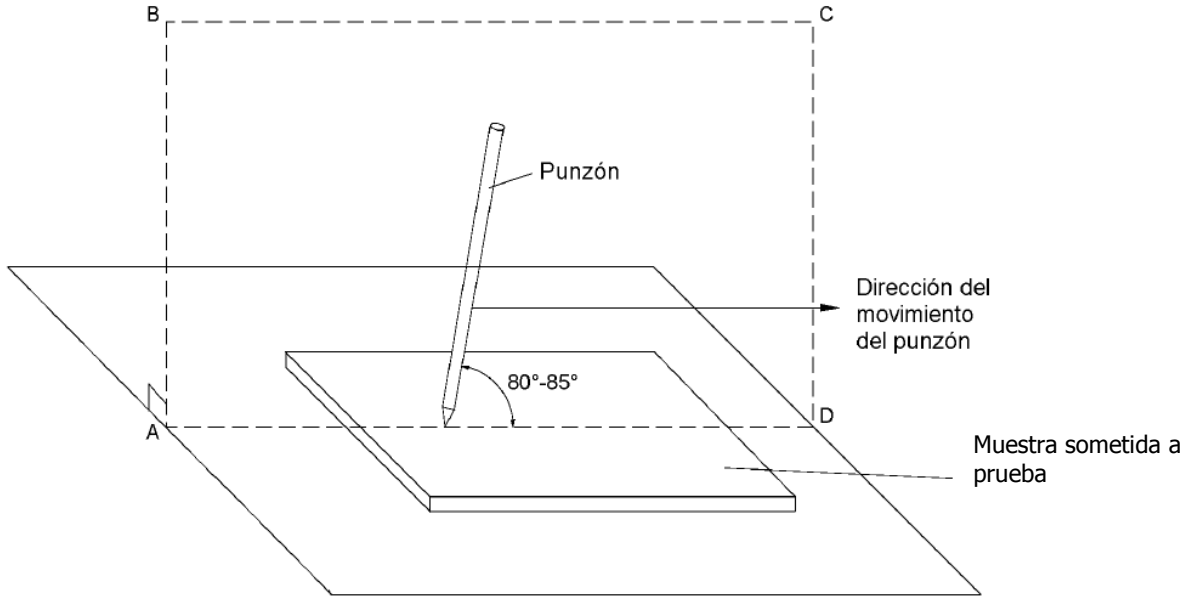
Se realizan unos arañazos a través de cinco pares de partes conductoras y sus separaciones, en puntos en que las separaciones estarán sujetas al máximo gradiente de potencial durante las pruebas.

Los arañazos se realizan por medio de un punzón de hierro cuyo extremo tiene la forma de un cono con un ángulo en la punta de 40º, con la punta redondeada y pulida con un radio de 0.25 mm ± 0.02 mm.

Los arañazos se realizan pasando el punzón a lo largo de la superficie en un plano perpendicular a los lados del conductor a una velocidad de 20 mm/s ± 5 mm/s, como se muestra en la figura 2K. El punzón está cargado de modo que la fuerza ejercida a lo largo de su eje es de 10 N ± 0.5 N. Los arañazos deben estar al menos 5 mm separados entre ellos y al menos 5 mm separados del borde de la muestra.

Después de esta prueba, la capa de recubrimiento no debe haberse caído ni agujereado y debe satisfacer la prueba de rigidez dieléctrica como se especifica en el inciso 5.2.2 entre conductores. En el caso de tarjetas impresas de núcleo metálico, el substrato es uno de los conductores.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



NOTA: El punzón está en el plano ABCD, el cual es perpendicular a la muestra sometida a prueba.

FIGURA 2K.- Prueba de resistencia a la abrasión para capas recubiertas

2.10.9 Ciclo térmico

La siguiente secuencia de ciclo térmico se utiliza si se requiere por el inciso 2.10.8.2, 2.10.10 ó 2.10.11.

Una muestra de un componente o subconjunto se somete a la siguiente secuencia de pruebas. Para transformadores, acopladores magnéticos y dispositivos similares, si la seguridad depende del aislamiento, se aplica una tensión de 500 V eficaces (r.c.m.) a una frecuencia de 50 Hz o 60 Hz entre bobinados y también entre bobinados y otras partes conductoras durante el siguiente ciclo térmico.

La muestra se somete diez veces a la siguiente secuencia de ciclos térmicos:

68 h	a	T1 ± 2 ºC;
1 h	a	25 ºC ± 2 ºC;
2 h	a	0 ºC ± 2 ºC;
no menos de 1 h	a	25 ºC ± 2 ºC.

$T1 = T2 + T_{ma} - T_{amb} + 10$ K, medido de acuerdo con el inciso 1.4.5 y donde sea aplicable, el inciso 1.4.13 o 85 ºC, lo que sea mayor. Sin embargo, el margen de 10 K no se añade si la temperatura se mide por un termopar embebido o por el método de resistencia.

T2 es la temperatura de las partes medida durante la prueba del inciso 4.5.2.

El significado de Tma y Tamb se da en el inciso 1.4.12.1.

El periodo de tiempo de transición de una temperatura a otra no se especifica, pero la transición se permite que sea gradual.

No debe haber evidencia de perforación del aislamiento durante este acondicionamiento.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

2.10.10 Prueba para el entorno de grado de contaminación 1 y para el compuesto aislante

Esta prueba se realiza cuando es necesario verificar el entorno de grado de contaminación 1 [cuando se use la tabla 2N, el inciso 2.10.5.5 b) o la tabla G.2] o cuando lo requiera el inciso 2.10.5.3 ó 2.10.12.

NOTA: No es necesario superar esta prueba en conexión con las tablas 2K, 2L y 2M, cuando los requisitos para el grado de contaminación 1 sean los mismos que para el grado de contaminación 2.

Se somete una muestra a la secuencia de ciclo térmico del inciso 2.10.9. Se permite a la muestra enfriarse a la temperatura de la habitación y se somete entonces al acondicionamiento de humedad del inciso 2.9.2, seguido inmediatamente por las pruebas de rigidez dieléctrica del inciso 5.2.2.

Las pruebas continúan por una inspección y medición. No deben aparecer grietas en el material aislante. Para la conformidad con el inciso 2.10.5.3, la muestra también se secciona y no debe haber vacíos en el material aislante.

2.10.11 Pruebas para dispositivos semiconductores y para juntas cementadas

Si se requiere por el inciso 2.10.5.4 o 2.10.5.5 c), se someten tres muestras a la secuencia de ciclo térmico del inciso 2.10.9. Antes de probar una junta cementada, cualquier bobinado de un cable con esmalte basado en disolvente utilizado en el componente, se reemplaza por una hoja metálica o por varias espiras de cable desnudo, situadas en la proximidad de la junta cementada.

Se prueban entonces tres muestras de la siguiente forma:

- una de las muestras se somete a la prueba de rigidez dieléctrica adecuada del inciso 5.2.2, inmediatamente después del último periodo a T1 ºC durante el ciclo térmico, excepto que la tensión de prueba se multiplica por 1.6;

- las otras muestras se someten a la prueba de rigidez dieléctrica adecuada del inciso 5.2.2 después del acondicionamiento de humedad del inciso 2.9.2, excepto que la tensión de prueba se multiplica por 1.6.

Las pruebas continúan por una inspección, incluyendo seccionamiento y medición. No deben aparecer vacíos, huecos o grietas en el material aislante. En el caso de tarjetas impresas multicapa no debe haber separación entre capas.

2.10.12 Partes encapsuladas y selladas

Para los componentes o subconjuntos que están adecuadamente encapsulados por un gabinete o un sellado hermético para impedir la penetración de suciedad o humedad, los valores para el Grado de Contaminación 1 se aplican para las **distancias en el aire** y **líneas de fuga** internas.

NOTA: Algunos ejemplos de este tipo de construcción incluyen partes en cajas que están herméticamente selladas por un adhesivo o de otro modo y partes envueltas en un recubrimiento por inmersión.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

La conformidad se verifica por inspección desde el exterior, medición y si es necesario, por prueba. Un componente o subconjunto se considera que está adecuadamente encapsulado si la muestra pasa las pruebas del inciso 2.10.10.

3 CABLEADO, CONEXIONES Y ALIMENTACIÓN

3.1 Generalidades

3.1.1 Corriente nominal y protección contra sobre corrientes

La sección de los cables internos y de los **cables de interconexión** debe ser la adecuada para la corriente que se pretende que transporten cuando el equipo está funcionando bajo **carga normal**, de manera que no se exceda la temperatura máxima permitida para el aislamiento del conductor.

Todo el cableado interno (incluyendo las barras colectoras) y los **cables de interconexión** utilizados en la distribución de potencia a un **circuito primario** deben protegerse contra las sobre corrientes y cortocircuitos por dispositivos de protección de características nominales apropiadas.

El cableado que no está directamente implicado en el camino de distribución no requiere protección si se puede mostrar que la creación de peligros es poco probable (por ejemplo, circuitos de señalización).

NOTA: Los dispositivos de protección de componentes contra la sobrecarga pueden también proporcionar protección del cableado asociado.

NOTA: Los circuitos internos conectados a una **red de alimentación en corriente alterna** o a una **red de alimentación en corriente continua** pueden requerir protección individual dependiendo de la reducción de la sección del cable y de la longitud de los conductores.

La conformidad se verifica por inspección y como sea apropiado por las pruebas del inciso 4.5.2 y 4.5.3.

3.1.2 Protección contra daños mecánicos

Las vías por donde fluye el cableado deben ser suaves y sin aristas vivas. Los cables deben protegerse de manera que no entren en contacto con rebabas, radiadores, partes móviles, etc., que pueden causar daños al aislamiento de los conductores. Los orificios en el metal, a través de los cuales pasan los cables aislados, deben tener superficies redondeadas lisas o deben proporcionarse pasacables.

Se permite que los cables estén en contacto íntimo con terminales para conexión arrollada y análogos si cualquier ruptura del aislamiento no provocará un peligro o si el sistema aislante proporciona una adecuada protección mecánica.

La conformidad se verifica por inspección.

3.1.3 Fijación del cableado interno

El cableado interno debe guiarse, soportarse, fijarse o asegurarse de manera que se reduzca la posibilidad de:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- una tensión mecánica excesiva sobre el cable y sobre la conexión de las terminales; y
- el aflojamiento de la conexión de las terminales; y
- daños en el aislamiento del conductor.

La conformidad se verifica por inspección.

3.1.4 Aislamiento de conductores

Excepto lo cubierto en el inciso 2.1.1.3 b), el aislamiento de los conductores individuales del cableado interno debe cumplir los requisitos del inciso 2.10.5 y ser capaz de soportar la prueba de rigidez dieléctrica aplicable especificado en el inciso 5.2.2.

Cuando se utiliza dentro del equipo un cable de alimentación, cuyas propiedades de aislamiento cumplen lo especificado para los tipos de cables del inciso 3.2.5 ya sea como una extensión del cable de alimentación externo o como un cable independiente, el revestimiento del cable de alimentación se considera como un **aislamiento suplementario** adecuado para el propósito del inciso 3.1.4.

NOTA: Los requisitos referentes a los colores del aislamiento se dan en el inciso 2.6.3.5.

La conformidad se verifica por inspección y evaluación de los datos de prueba que muestren que el aislamiento soporta la tensión de prueba aplicable.

Si no está disponible este tipo de datos de prueba, la conformidad se verifica aplicando la prueba de rigidez dieléctrica utilizando una muestra de aproximadamente 1 m de longitud y aplicando la tensión de prueba aplicable como sigue:

- para el aislamiento de un conductor: por el método de la tensión de prueba dado en el capítulo 3 de la norma especificada en el inciso P.28 del apéndice P, utilizando la tensión de prueba aplicable del inciso 5.2.2 de esta Norma Mexicana para el grado de aislamiento en consideración; y
- para el **aislamiento suplementario** (por ejemplo, enfundados alrededor de un grupo de conductores): entre un conductor insertado en el enfundado y una hoja metálica enrollada fuertemente alrededor del enfundado sobre una distancia de al menos 100 mm.

3.1.5 Perlas aislantes y aislantes cerámicos

Las perlas aislantes y los aislantes cerámicos similares en los conductores:

- deben fijarse o sujetarse para que no puedan cambiar su posición de manera que se crearía un peligro; y
- no deben descansar sobre aristas o esquinas cortantes.

Si las perlas se sitúan dentro de conductos metálicos flexibles, deben estar contenidas dentro de un enfundado aislante, a menos que el conducto se monte o asegure de manera que el movimiento en uso normal no cree un peligro.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

La conformidad se verifica por inspección y cuando sea necesario, por la prueba siguiente.

Se aplica una fuerza de 10 N a los aislantes o al conducto. El movimiento resultante, si lo hay, no debe crear un peligro en el sentido de esta Norma Mexicana.

3.1.6 Tornillos para presión sobre un contacto eléctrico

Cuando se requiera una presión sobre un contacto eléctrico, debe introducirse un tornillo al menos 2 vueltas completas en una placa metálica, en una tuerca metálica o en una inserción metálica.

Los tornillos de material aislante no deben utilizarse cuando existan conexiones eléctricas, incluyendo la puesta a tierra de protección, o cuando su sustitución por tornillos metálicos podría afectar al **aislamiento suplementario** o **aislamiento reforzado**.

Cuando los tornillos de material aislante contribuyan a otros aspectos de seguridad, deben introducirse al menos 2 vueltas completas.

NOTA: Véase también el inciso 2.6.5.7 para tornillos utilizados para dar continuidad a la puesta a tierra de protección.

La conformidad se verifica por inspección.

3.1.7 Materiales aislantes en conexiones eléctricas

Las conexiones eléctricas, incluyendo aquellas para funciones de puesta a tierra de protección (véase el inciso 2.6), deben diseñarse de manera que la presión de contacto no se transmita a través del material aislante, a menos que exista suficiente resistencia en las partes metálicas para compensar una posible contracción o distorsión del material aislante.

La conformidad se verifica por inspección.

3.1.8 Tornillos autoenroscables y tornillos de gran paso

Los tornillos de gran paso no deben utilizarse para la conexión de partes que transporten corriente, a menos que retengan estas partes directamente en contacto una contra otra y estén provistas de un dispositivo de bloqueo apropiado.

Los tornillos autoenroscables (autorroscantes por corte y autorroscantes por deformación) no deben utilizarse para conexiones eléctricas de partes que transporten corriente, a menos que generen un paso de tornillo normalizado. Además, tales tornillos no deben utilizarse si los manipula el **usuario** o instalador, a menos que el paso se forme por una acción de estampado.

NOTA: Véase también el inciso 2.6.5.7 para tornillos utilizados para dar continuidad a la puesta a tierra de protección.

La conformidad se verifica por inspección.

3.1.9 Terminaciones de los conductores

Los conductores deben suministrarse con dispositivos (por ejemplo, barreras o fijaciones) o con terminaciones de manera que el conductor y sus terminaciones (por ejemplo,

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

terminales en anillo y terminales de conexión rápida) no se puedan, en utilización normal, desplazar haciendo que las **distancias en el aire** o las **líneas de fuga** se reduzcan a menos de los valores especificados en el inciso 2.10 (o apéndice G).

Se permite utilizar terminaciones soldadas, engarzadas, sujetadores a presión (tipo push-in) y terminaciones similares para la conexión de los conductores. Para terminaciones soldadas, el conductor debe situarse o fijarse de manera que su mantenimiento en posición no se confíe solamente en la soldadura.

En bases, clavijas multicanal y siempre que pudiera ocurrir un cortocircuito, se deben proporcionar medios para evitar el contacto entre partes en **circuitos MBTS** o **circuitos TNV** y partes a **tensión peligrosa** debido al aflojamiento de una terminal o a la ruptura del cable en la terminación.

La conformidad se verifica por inspección, medición y cuando sea necesario por la prueba siguiente.

Se aplica una fuerza de 10 N al conductor cerca de su punto de terminación. El conductor no debe escaparse o pivotar sobre su propio borne de manera que las **distancias en el aire** o **líneas de fuga** requeridas se reduzcan por debajo de los valores requeridos en el inciso 2.10 (o apéndice G).

Para la evaluación de la conformidad se supone que:

- dos fijaciones independientes no se aflojan al mismo tiempo; y
- las partes fijadas por medio de tornillos o tuercas que posean rondanas autobloqueantes u otros dispositivos de seguridad, no son susceptibles de aflojarse.

NOTA: Las rondanas de muelle y similares pueden proporcionar un bloqueo satisfactorio.

Ejemplos de construcciones que se considera que cumplen los requisitos incluyen:

- tubos ajustados (por ejemplo, un gabinete termo retráctil o de goma sintética), aplicados sobre el cable y su terminación;
- conductores conectados por soldadura y situados cerca de la terminación, independientemente de la conexión soldada;
- conductores conectados por soldadura y enganchados antes de soldar, siempre que el orificio a través del cual se introduce el conductor no sea demasiado grande;
- conductores conectados a terminales de tornillo, con una fijación adicional cerca de la terminal que sujeta, en el caso de conductores trenzados, el aislamiento y no solamente los conductores;
- conductores conectados a terminales de tornillo y provistos con terminaciones con pocas probabilidades de soltarse (por ejemplo, lengüetas circulares engarzadas a los conductores). Se considera el pivotamiento de estas terminaciones;

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

– conductores cortos rígidos que se mantienen en posición cuando el tornillo de la terminal se afloja.

3.1.10 Enfundados sobre el cableado

Cuando se utilizan enfundados como **aislamiento suplementario** en el cableado interno, deben mantenerse en posición por medios eficaces.

La conformidad se verifica por inspección.

Ejemplos de construcciones que se considera que cumplen los requisitos incluyen:

– enfundados que pueden retirarse solamente rompiendo o cortando el cable o el manguito;

– enfundados que estén fijos en ambos extremos;

– enfundados termorretráctiles que se aprietan contra el aislamiento del cable;

– enfundados de tal longitud que no se deslizarán.

3.2 Conexiones a la red de alimentación

3.2.1 Medio de conexión

3.2.1.1 Conexión a una red de alimentación en corriente alterna

Para una conexión segura y confiable a la **red de alimentación en corriente alterna**, el equipo debe estar provisto de uno de los siguientes elementos:

– terminales para conexión permanente a la alimentación;

– un **cable de alimentación no desmontable** para la conexión permanente a la alimentación, o para la conexión a la alimentación por medio de una clavija;

– una entrada de aparato para conexión de un **cable de alimentación desmontable**;

– una clavija a la red de alimentación que sea parte de un **equipo conectado directamente a la red de alimentación**.

La conformidad se verifica por inspección.

3.2.1.2 Conexión a una red de alimentación en corriente continua

Para una conexión segura y confiable a una **red de alimentación en corriente continua**, el equipo debe estar provisto de uno de los elementos siguientes:

– terminales para una conexión permanente a la alimentación;

– un **cable de alimentación no desmontable** para una conexión permanente a la alimentación, o para conectarse a la alimentación mediante una clavija;

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

– una entrada de aparato para conexión del **cable de alimentación desmontable**.

Las clavijas y las entradas de aparato no deben ser del tipo que se usa para las **redes de alimentación en corriente alterna** si pudiera crearse algún peligro por su uso. Las clavijas y las entradas de aparato deben estar diseñados de manera que se eviten las conexiones en polaridad inversa si tales conexiones pudieran crear un peligro.

Se permite que uno de los polos de la **red de alimentación en corriente continua** se conecte tanto a una terminal de entrada de la alimentación del equipo como al borne principal de puesta a tierra de protección del equipo, si existe, siempre y cuando las instrucciones de instalación del equipo detallen una puesta a tierra correcta del sistema.

La conformidad se verifica por inspección.

3.2.2 Conexiones múltiples a la alimentación

Si el equipo posee más de una conexión de alimentación (por ejemplo, con diferentes tensiones frecuencias, o como alimentación de respaldo), el diseño debe ser de tal manera que todas las siguientes condiciones se cumplan:

– se proporcionan medios de conexión separados para diferentes circuitos; y

– las conexiones de clavija de alimentación, si existen, no son intercambiables si se pudiera crear un peligro por enchufar incorrectamente; y

– las partes vivas de un **circuito MBT** o las partes a **tensiones peligrosas**, como los contactos de una clavija, no son accesibles a un **operador** cuando uno o más conectores estén desconectados.

La conformidad se verifica por inspección y por accesibilidad, cuando sea necesario, mediante una prueba con el dedo de prueba de la figura 2A (véase el inciso 2.1.1.1).

3.2.3 Equipos conectados permanentemente

Los **equipos conectados permanentemente** deben estar provistos de uno de los siguientes elementos:

– un conjunto de terminales según se especifica en el inciso 3.3; o

– un **cable de alimentación no desmontable**.

Los **equipos conectados permanentemente** que tengan un conjunto de terminales deben:

– permitir la conexión de los cables de alimentación después de que el equipo se haya fijado a su soporte; y

– estar provistos con entradas para cables, entradas para conductos, troquelados o prensaestopas que permitan la conexión de los tipos apropiados de cables o conductos.

Para equipos que tengan una **corriente nominal** que no exceda los 16 A, las entradas para cables deben ser adecuadas para cables y conductos que tengan un diámetro exterior según se indica en la tabla 3A.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Las entradas para conductos, cables y los troquelados para las conexiones de alimentación deben diseñarse o localizarse de tal manera que la introducción del conducto y cables no afecte a la protección contra el choque eléctrico o reduzca las **distancias en el aire** y **líneas de fuga** por debajo de los valores especificados en el inciso 2.10 (o apéndice G).

La conformidad se verifica por inspección, por una prueba de instalación práctica y por medición.

TABLA 3A.- Tamaños de cables y conductos para equipos con corriente nominal que no sobrepasen los 16 A

Número de conductores, incluyendo el CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN si existe	Diámetro exterior mm	
	Cable	Conducto
2	13.0	16.0
3	14.0	16.0
4	14.5	20.0
5	15.5	20.0

3.2.4 Entradas de aparato

Las entradas de aparato deben cumplir con todo lo siguiente:

- estar situadas o envueltas de forma que las partes a **tensión peligrosa** no sean accesibles al introducir o retirar el conector (se considera que cumplen con este requisito las entradas de aparato que son conformes con la norma especificada en el inciso P.20 o con la norma especificada en el inciso P.21 del apéndice P); y
- estar situadas de forma que el conector pueda introducirse sin dificultad; y
- estar situadas de forma que después de introducir el conector, el equipo no se encuentre apoyado sobre el conector en cualquiera de sus posiciones de utilización normal sobre una superficie plana.

La conformidad se verifica por inspección y la accesibilidad por medio del dedo de prueba de la figura 2A (véase el inciso 2.1.1.1).

3.2.5 Cables de alimentación

3.2.5.1 Cables de alimentación en corriente alterna

Un cable de alimentación para conexión a la **red de alimentación en corriente alterna** debe ser conforme con todo lo siguiente, según proceda:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

– si el aislamiento es caucho, ser caucho sintético no más ligero que el de los cables flexibles ordinarios revestidos de caucho resistente conformes con la norma especificada en el inciso P.29 del apéndice P y

– si el aislamiento es PVC:

  - para equipos con **cable de alimentación no desmontable** y una masa que no sobrepase los 3 kg, no ser más ligero que el de un cable flexible revestido de PVC ligero de acuerdo a la norma especificada en el inciso P.30 del apéndice P;

  - para equipos con **cable de alimentación no desmontable** y una masa que sobrepase los 3 kg, no ser más ligero que el de un cable flexible revestido de PVC ordinario de acuerdo a la norma especificada en el inciso P.30 del apéndice P;

  - para equipos con **cable de alimentación desmontable**, no ser más ligero que el de un cable flexible revestido de PVC ligero de acuerdo a la norma especificada en el inciso P.30 del apéndice P; y

NOTA: No hay límite en la masa del equipo si éste está destinado a utilizarse con un **cable de alimentación desmontable.**

– incluir, para equipos que requieran tener puesta a tierra de protección, un **conductor de puesta a tierra de protección** con aislamiento verde y amarillo; y

– tener conductores con secciones que no sean inferiores a las indicadas en la tabla 3B.

La conformidad se verifica por inspección y por medición. Además, para cables apantallados, la conformidad se verifica por las pruebas de la norma especificada en el inciso P.30 del apéndice P (todas las partes). Sin embargo, sólo es necesario que se apliquen las pruebas de flexión a los cables de alimentación apantallados para **equipos móviles**.

NOTA: Aunque los cables apantallados no están considerados en el campo de aplicación de la norma especificada en el inciso P.30 del apéndice P, se utilizan las pruebas aplicables de esta Norma Mexicana.

Se aceptan daños en la pantalla del cable siempre que:

– durante la prueba de flexión la pantalla no haga contacto con ningún conductor y

– después de la prueba de flexión, la muestra soporta la prueba de rigidez dieléctrica entre la pantalla y todos los demás conductores.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 3B.- Tamaños de los conductores

CORRIENTE NOMINAL del equipo A	Tamaños mínimos del conductor	
	Sección nominal mm²	AWG o kcmil [sección en mm²] véase la nota 2
Hasta e inclusive 6	0.75 [a]	18 [0.8]
Mayor de 6 hasta 10 inclusive	(0.75) [b] 1.00	16 [1.3]
Mayor de 10 hasta 13 inclusive	(1.0) [c] 1.25	16 [1.3]
Mayor de 13 hasta 16 inclusive	(1.0) [c] 1.5	14 [2]
Mayor de 16 hasta 25 inclusive	2.5	12 [3]
Mayor de 25 hasta 32 inclusive	4	10 [5]
Mayor de 32 hasta 40 inclusive	6	8 [8]
Mayor de 40 hasta 63 inclusive	10	6 [13]
Mayor de 63 hasta 80 inclusive	16	4 [21]
Mayor de 80 hasta 100 inclusive	25	2 [33]
Mayor de 100 hasta 125 inclusive	35	1 [42]
Mayor de 125 hasta 160 inclusive	50	0 [53]
Mayor de 160 hasta 190 inclusive	70	000 [85]
Mayor de 190 hasta 230 inclusive	95	0000 [107]
Mayor de 230 hasta 260 inclusive	120	250 kcmil [126]
Mayor de 260 hasta 300 inclusive	150	300 kcmil [152]
Mayor de 300 hasta 340 inclusive	185	400 kcmil [202]
Mayor de 340 hasta 400 inclusive	240	500 kcmil [253]
Mayor de 400 hasta 460 inclusive	300	600 kcmil [304]

NOTAS:

1) La norma indicada en el inciso P.21 del apéndice P especifica las combinaciones aceptables de conectores de aparato y cables flexibles, incluyendo los recogidos en las notas a, b y c.

2) Los tamaños AWG y kcmil se dan únicamente como información. Se han redondeado las secciones asociadas entre corchetes para mostrar solamente las cifras significativas. El acrónimo AWG hace referencia a la American Wire Gage, y el término "cmil" hace referencia a mils circulares, siendo 1 cmil el área de un circulo de diámetro 1 mil (una milésima de pulgada). Estos términos se utilizan en Norteamérica para designar tamaños de cable.

[a] Para CORRIENTES NOMINALES de hasta 3 A, se permite una sección nominal de 0.5 mm^2 siempre que la longitud del cable no exceda 2 m.

[b] El valor entre paréntesis se aplica a CABLES DE ALIMENTACIÓN DESMONTABLES equipados con conectores de CORRIENTE NOMINAL de 10 A de acuerdo a la norma indicada en el inciso P.21 del apéndice P (tipos C13, C15, C15A y C17) siempre que la longitud del cable no exceda de 2 m.

[c] El valor entre paréntesis se aplica a CABLES DE ALIMENTACIÓN DESMONTABLES equipados con conectores de CORRIENTE NOMINAL de 16 A de acuerdo a la norma indicada en el inciso P.21 del apéndice P (tipos C19, C21 y C23) siempre que la longitud del cable no exceda de 2 m.

3.2.5.2 Cables de alimentación en corriente continua

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Un cable de alimentación para la conexión a la **red de alimentación en corriente continua** debe estar adaptado a la tensión, a la corriente y a los excesos físicos que sea probable encontrar.

La conformidad se verifica por inspección.

3.2.6 Anclajes y alivio de tensiones de los cables

Para equipos con un **cable de alimentación no desmontable** se debe proporcionar un anclaje del cable tal que:

- los puntos de conexión de los conductores del cable queden aliviados de tensiones; y
- el recubrimiento exterior del cable quede protegido contra la abrasión.

No debe ser posible empujar el cable dentro del equipo hasta el punto de que el propio cable o sus conductores, o ambos, pudieran dañarse o que las partes del interior del equipo pudieran desplazarse.

Para **cables de alimentación no desmontables** con **conductor de puesta a tierra de protección**, la construcción debe ser tal que si el cable debiera resbalar de su anclaje, provocando una tensión mecánica en los conductores, el **conductor de puesta a tierra de protección** será el último en sufrir la tensión mecánica.

El anclaje del cable debe ser de material aislante o tener un recubrimiento de material aislante conforme con los requisitos para **aislamiento suplementario**. Sin embargo, donde el anclaje del cable sea una pasante que incluya la conexión eléctrica a la pantalla de un cable de alimentación apantallado, este requisito no debe aplicarse. La construcción del anclaje del cable debe ser tal que:

- la sustitución del cable no afecte a la seguridad del equipo; y
- para cables de sustitución ordinarios, esté claro que el alivio de tensiones mecánicas se ha de obtener; y
- el cable no esté sujeto directamente por un tornillo, a menos que el anclaje del cable, incluyendo el tornillo, esté hecho de material aislante y el tornillo sea de un tamaño similar al diámetro del cable que sujeta; y
- no se utilicen métodos como atar el cable con un nudo o con una cuerda; y
- el cable no pueda girar respecto al **cuerpo** del equipo hasta el punto de que se imponga tensión mecánica sobre las conexiones eléctricas.

La conformidad se verifica por inspección y por aplicación de las siguientes pruebas que se realizan con el tipo de cable de alimentación suministrado con el equipo.
Se somete el cable a una tracción constante del valor indicado en la tabla 3C, aplicada en la dirección más desfavorable. La prueba se repite 25 veces, cada una de ellas de 1 s de duración.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Durante las pruebas, el cable de alimentación no debe resultar dañado. Esto se verifica por inspección visual y por una prueba de rigidez dieléctrica entre los conductores del cable de alimentación y las partes conductoras accesibles, a la tensión de prueba apropiada para **aislamiento reforzado**.

Después de las pruebas, el cable de alimentación no debe haberse desplazado longitudinalmente más de 2 mm ni debe haber una tensión mecánica apreciable en las conexiones, las **líneas de fuga** y las **distancias en el aire** no deben ser inferiores a las especificadas en el inciso 2.10 (o apéndice G).

TABLA 3C.- Pruebas físicas en cables de alimentación

Masa (M) del equipo kg	Tracción N
Hasta 1 inclusive	30
Mayor de 1 hasta 4 inclusive	60
Mayor de 4	100

3.2.7 Protección contra los daños mecánicos

Los cables de alimentación no deben exponerse a objetos punzantes o bordes cortantes dentro o en la superficie del equipo o en las aberturas de entrada o en las pasantes de entrada.

El revestimiento exterior de un **cable de alimentación no desmontable** debe permanecer dentro del equipo mediante una pasante de entrada o un protector de cable y debe sobrepasar la abrazadera del anclaje del cable en al menos la mitad del diámetro del cable.

Las pasantes de entrada, cuando se utilicen, deben:

- fijarse de forma segura; y
- no ser desmontables sin utilizar una **herramienta**.

Una pasante de entrada metálica no debe utilizarse en un gabinete no metálico.

Una pasante de entrada o un protector de cable fijado a una parte conductiva que no está puesta a tierra debe cumplir los requisitos para **aislamiento suplementario**.

La conformidad se verifica por inspección y medición.

3.2.8 Protección de los cables

Se debe proporcionar un protector de cable en la abertura para la entrada del cable de alimentación del equipo con un **cable de alimentación no desmontable** y que sea un **equipo portátil** o esté destinado a moverse durante su funcionamiento. Como alternativa, la entrada o pasante debe proporcionarse con una abertura acampanada redondeada suavemente con un radio de curvatura de al menos 150 % del diámetro exterior del cable a conectar con la sección mayor.

Los protectores de cable deben:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- diseñarse para proteger el cable de un doblado excesivo cuando se introduce en el equipo;
- ser de material aislante;
- estar fijados de manera segura; y
- sobresalir fuera de la abertura de entrada una distancia de al menos cinco veces el diámetro exterior o para cables planos, al menos cinco veces la dimensión total de la sección transversal del cable.

La conformidad se verifica por inspección, por medición y cuando sea necesario, por la siguiente prueba con el cable tal y como se entrega con el equipo.

Se coloca el equipo de manera que el eje del protector de cable en el punto donde el cable sale, forme un ángulo de 45º cuando el cable no sufre tensión mecánica. A continuación se pone una masa de $10 \times D^2$ g en el extremo libre del cable, siendo D el diámetro exterior o para cables planos, la dimensión exterior menor en milímetros.

Si el protector de cable es de material sensible a la temperatura, se realiza la prueba a 23 ºC ± 2 ºC.

Los cables planos se doblan en el plano de menor resistencia.

Inmediatamente después de poner la masa, el radio de curvatura del cable no debe ser menor que 1.5 D en ningún punto.

3.2.9 Espacio para el cableado de alimentación

El espacio para el cableado de alimentación suministrado en el interior, o como parte, del equipo para la conexión permanente o para la conexión de un **cable de alimentación no desmontable** ordinario debe diseñarse:

- para permitir a los conductores introducirse y conectarse fácilmente; y
- de manera que no sea probable que se suelte el extremo no aislado de un conductor de su borne fácilmente, o, en caso de hacerlo, no pueda ponerse en contacto con:
    - una parte conductora accesible que no esté con puesta a tierra de protección; o
    - una parte conductora accesible de un **equipo portátil**; y
- para poder comprobar antes de poner la cubierta, si existe, que los conductores están correctamente conectados y colocados; y
- de manera que las cubiertas, si existen, puedan ponerse sin riesgo de dañar los conductores de aislamiento o su aislamiento; y
- de manera que las cubiertas, si existen, que dan acceso a las terminales puedan retirarse con una **herramienta** de uso común.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

La conformidad se verifica por inspección y por una prueba de instalación con cables de la mayor sección del intervalo apropiado especificado en el inciso 3.3.4.

3.3 Terminales de cableado para la conexión de conductores externos

3.3.1 Terminales de cableado

Los **equipos conectados permanentemente** y los equipos con **cables de alimentación no desmontables** ordinarios deben disponer de terminales cuya conexión se realice con tornillos, tuercas o dispositivos de eficacia similar (véase también el inciso 2.6.4).

La conformidad se verifica por inspección.

3.3.2 Conexión de cables de alimentación no desmontables

Para equipos con **cables de alimentación no desmontables** especiales, la conexión de los conductores individuales al cableado interior del equipo debe hacerse con medios que proporcionan una conexión mecánica y eléctrica confiable sin sobrepasar los límites de temperatura permitidos cuando el equipo funciona bajo **carga normal** (véase también el inciso 3.1.9).

La conformidad se verifica por inspección y midiendo la temperatura de la conexión, que no debe superar los valores del inciso 4.5.3 tabla 4.B.

3.3.3 Terminales de tornillo

Los tornillos y tuercas que sujetan conductores de la **red de alimentación** externos deben tener una rosca de acuerdo a la NMX-H-050 una rosca similar en paso y resistencia mecánica (por ejemplo, roscas unificadas). Los tornillos y tuercas no deben servir para fijar ningún otro componente, con la excepción de que se les permite sujetar también conductores internos siempre que éstos estén dispuestos de forma que no sea probable que se muevan con facilidad cuando se coloquen los conductores de alimentación. Para las terminales de puesta a tierra de protección y las terminales de enlace de protección, véase también el inciso 2.6.4.2.

Se permiten utilizar las terminales de un componente (por ejemplo, un interruptor) insertado dentro del equipo como terminales para conductores de la red de alimentación externos, siempre que cumplan con los requisitos del inciso 3.3.

La conformidad se verifica por inspección.

3.3.4 Tamaños de los conductores a conectar

Las terminales deben permitir la conexión de conductores con secciones nominales tal y como se muestra en la tabla 3D.

Cuando se utilicen conductores de otros tamaños mayores, deben dimensionarse las terminales según corresponda.
La conformidad se verifica por inspección, por medición y poniendo cables de la mayor y menor sección según el intervalo mostrado en la tabla 3D.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 3D.- Intervalo de tamaños de conductores aceptables en terminales

CORRIENTE NOMINAL del equipo A	Sección nominal mm2	
	Cables flexibles	Otros cables
Hasta 3 inclusive	0.5 a 0.75	1 a 2.5
Mayor de 3 hasta 6 inclusive	0.75 a 1	1 a 2.5
Mayor de 6 hasta 10 inclusive	1 a 1.5	1 a 2.5
Mayor de 10 hasta 16 inclusive	1.5 a 2.5	1.5 a 4
Mayor de 16 hasta 25 inclusive	2.5 a 4	2.5 a 6
Mayor de 25 hasta 32 inclusive	4 a 6	4 a 10
Mayor de 32 hasta 40 inclusive	6 a 10	6 a 16
Mayor de 40 hasta 63 inclusive	10 a 16	10 a 25

3.3.5 Tamaños de las terminales de cableado

Las terminales tipo agujero, espárrago roscado o de tornillo deben ser conformes con los tamaños mínimos de la tabla 3E.

La conformidad se verifica por inspección y por medición.

TABLA 3E.- Tamaño de las terminales para conductores de alimentación de red y para los conductores de puesta a tierra de protección [a]

CORRIENTE NOMINAL del equipo A	Diámetro nominal de rosca mínimo mm	
	Tipo agujero o tipo espárrago roscado	Tipo tornillo [b]
Hasta 10 inclusive	3.0	3.5
Mayor de 10 hasta 16 inclusive	3.5	4.0
Mayor de 16 hasta 25 inclusive	4.0	5.0
Mayor de 25 hasta 32 inclusive	4.0	5.0
Mayor de 32 hasta 40 inclusive	5.0	5.0
Mayor de 40 hasta 63 inclusive	6.0	6.0

[a] Esta tabla también se utiliza para los tamaños de las terminales para los CONDUCTORES DE ENLACE DE PROTECCIÓN si se especifica en el inciso 2.6.4.2.

[b] El "tipo tornillo" se refiere a una terminal que sujeta el conductor bajo la cabeza de un tornillo, con o sin rondana.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

3.3.6 Diseño de las terminales de cableado

Las terminales de cableado deben diseñarse de manera que sujeten el conductor entre superficies metálicas con suficiente presión de contacto y sin daños para el conductor.

Las terminales deben diseñarse o situarse de manera que el conductor no pueda salirse cuando los tornillos o tuercas de sujeción estén apretados.

Las terminales deben suministrarse con los componentes adecuados para la sujeción de los conductores (por ejemplo, tuercas y rondanas).

Las terminales se deben fijar de manera que, cuando el dispositivo para sujetar el conductor se aprieta o se afloja:

- el propio borne no se afloja; y
- el cableado interno no esté sometido a esfuerzo; y
- las **líneas de fuga** y **distancias en el aire** no se reduzcan por debajo de los valores especificados en el inciso 2.10 (o apéndice G).

La conformidad se verifica por inspección y medición.

3.3.7 Agrupado de las terminales de cableado

Para **cables de alimentación no desmontables** ordinarios y **para equipos conectados permanentemente**, todas las terminales de **red de alimentación en corriente alterna** asociados deben estar localizados unos cerca de otros y al borne principal de puesta a tierra de protección, si existe.

Para **cables de alimentación no desmontables** ordinarios y para **equipos conectados permanentemente**, todas las terminales de **red de alimentación en corriente alterna** asociados deben estar localizados unos cerca de otros. No necesitan estar localizados próximos al borne principal de puesta a tierra de protección, si existe, siempre y cuando las instrucciones de instalación del equipo detallen una puesta a tierra correcta del sistema.

La conformidad se verifica por inspección.

3.3.8 Cable trenzado

El extremo de un conductor trenzado no debe estar rematado con soldadura blanda en los puntos donde esté sometido a una presión de contacto, a menos que el método de fijación esté diseñado para reducir la posibilidad de un mal contacto debido a un flujo frío de la soldadura.

Se considera que satisfacen este requisito las terminales de muelle que compensan el flujo frío.

No se considera adecuado el impedir la rotación de los tornillos de fijación.

Las terminales deben estar localizados, protegidos o aislados de forma que, en caso de soltarse un hilo de un conductor flexible cuando el conductor esté fijado, no haya posibilidad de contacto accidental entre dicho hilo y:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

– partes conductoras que queden accesibles; o

– partes conductoras no puestas a tierra separadas de partes conductoras accesibles por **aislamiento suplementario** únicamente.

La conformidad se verifica por inspección y a menos que se prepare un cable especial para impedir que se suelten hilos, por la prueba siguiente.

Se retira un trozo de aislamiento de aproximadamente 8 mm de longitud del extremo de un conductor flexible con la sección nominal apropiada. Se deja libre un hilo del conductor trenzado, se insertan y fijan totalmente los otros hilos en el borne.

Se dobla el hilo libre en cada dirección posible, sin rasgar el aislamiento y sin realizar doblados afilados alrededor del protector.

Si el conductor se encuentra a una **tensión peligrosa**, el hilo libre no debe tocar ninguna parte conductora que quede accesible o que esté conectada a una parte conductora accesible o en el caso de equipos con **aislamiento doble**, ninguna parte conductora separada de partes conductoras accesibles por **aislamiento suplementario** únicamente.

Si el conductor está conectado a una terminal de puesta a tierra, el hilo libre no debe tocar ninguna parte a **tensión peligrosa**.

3.4 Desconexión de la red de alimentación

3.4.1 Requisito general

Debe proporcionarse un dispositivo o dispositivos de desconexión para desconectar el equipo de la **red de alimentación** para el mantenimiento.

NOTA: Pueden proporcionarse instrucciones que permitan mantener partes del equipo abriendo o sin abrir el dispositivo de desconexión.

La conformidad se verifica por inspección.

3.4.2 Dispositivos de desconexión

Para equipos previstos para ser alimentados desde una **red de alimentación en corriente alterna** de categoría de sobretensión I, II o III, o desde una **red de alimentación en corriente continua** que esté a **tensión peligrosa**, los dispositivos de desconexión deben tener una separación de contacto de al menos 3 mm. Para una **red de alimentación en corriente alterna** de categoría de sobretensión IV, referirse a la NMX-J-538/1-ANCE.

Para equipos previstos para alimentarse desde una **red de alimentación en corriente continua** que no esté a **tensión peligrosa**, un dispositivo de desconexión debe tener una separación de contacto al menos igual a la **distancia en el aire** mínima para el **aislamiento básico**.

NOTA: Para una **red de alimentación en corriente continua**, pueden ser necesarias medidas adicionales para prevenir arcos en el dispositivo de desconexión, dependiendo del circuito.

Si un dispositivo de desconexión se incorpora al equipo, debe conectarse tan cerca como sea posible a la alimentación de entrada.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Se permiten interruptores funcionales como dispositivos de desconexión siempre que cumplan con todos los requisitos para dispositivos de desconexión. Sin embargo, estos requisitos no se aplican a los interruptores funcionales allí donde se proporcionen otros medios de aislamiento.

Se permiten los siguientes tipos de dispositivos de desconexión:

- la clavija de la **red de alimentación** en el cable de alimentación;
- una clavija de **red de alimentación** que es parte de un **equipo conectado directamente**;
- un conector de aparato;
- un interruptor de aislamiento;
- un interruptor automático;
- para la **red de alimentación en corriente continua** que no está a **tensión peligrosa**, un fusible desmontable, siempre y cuando sea accesible únicamente al **personal de mantenimiento**;
- cualquier dispositivo equivalente.

La conformidad se verifica por inspección.

3.4.3 Equipos conectados permanentemente

Para **equipos conectados permanentemente**, el dispositivo de desconexión debe estar incorporado en el propio equipo, a menos que el equipo venga acompañado de instrucciones de instalación de acuerdo con el inciso 1.7.2.1, que establezcan que se debe proporcionar un dispositivo de desconexión adecuado exterior al equipo.
NOTA: No será necesario suministrar dispositivos de desconexión externos con el equipo.

La conformidad se verifica por inspección.

3.4.4 Partes que permanecen bajo tensión

Las partes en el equipo en el lado de la alimentación de un dispositivo de desconexión que permanecen bajo tensión cuando el dispositivo de desconexión se desconecta deben estar protegidas para reducir la posibilidad de contacto accidental por **personal de mantenimiento**.

La conformidad se verifica por inspección.

3.4.5 Interruptores en cables flexibles

No deben ponerse interruptores de aislamiento en cables flexibles.

La conformidad se verifica por inspección.

3.4.6 Número de polos – equipos monofásicos y equipos de corriente continua

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Un dispositivo de desconexión, proporcionado en o como parte del equipo, debe desconectar ambos polos simultáneamente, excepto que:

- si es posible identificar con seguridad un conductor puesto a tierra en **redes de alimentación en corriente continua** o un neutro puesto a tierra en una **red de alimentación en corriente alterna**, puede utilizarse un dispositivo de desconexión de un solo polo para desconectar el conductor no puesto a tierra (de línea); o

- si no es posible identificar con seguridad un conductor puesto a tierra en **redes de alimentación en corriente continua** o un neutro puesto a tierra en **una red de alimentación en corriente alterna** y el equipo no está provisto de un dispositivo de desconexión de dos polos, las instrucciones de instalación deben especificar que se ha de proporcionar exterior al equipo un dispositivo de desconexión de dos polos.

NOTA: Algunos ejemplos de casos donde se requiere un dispositivo de desconexión de dos polos (porque la identificación de un conductor puesto a tierra en la **red de alimentación** no es posible) son:

- en equipos alimentados desde un sistema IT de distribución de potencia;

- en **equipos alimentados por toma de corriente** alimentados a través de un conector de aparato reversible o una clavija reversible (a menos que el conector de aparato o la misma clavija se use como dispositivo de desconexión);

- en equipos alimentados desde una toma de corriente con polaridad sin determinar o no identificada.

La conformidad se verifica por inspección.

3.4.7 Número de polos - equipos trifásicos

Para equipos trifásicos, el dispositivo de desconexión debe desconectar simultáneamente todos los conductores de línea de la **red de alimentación en corriente alterna**.
Para equipos que requieran una conexión neutra a un sistema IT de distribución de potencia, el dispositivo de desconexión debe ser de cuatro polos, debe desconectar todos los conductores de línea y el conductor neutro. Si este dispositivo de cuatro polos no viene con el equipo, las instrucciones de instalación deben especificar la necesidad de disponer del dispositivo exterior al equipo.

Si un dispositivo de desconexión interrumpe el conductor neutro, debe interrumpir simultáneamente todos los conductores de línea.

La conformidad se verifica por inspección.

3.4.8 Interruptores como dispositivos de desconexión

En los casos donde el dispositivo de desconexión sea un interruptor incorporado en el propio equipo, las posiciones "ENCENDIDO" y "APAGADO" deben marcarse de acuerdo con el inciso 1.7.8.

La conformidad se verifica por inspección.

3.4.9 Clavijas como dispositivos de desconexión

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

En los casos donde el dispositivo de desconexión sea una clavija en el cable de alimentación, las instrucciones de instalación deben ser conformes con el inciso 1.7.2.1.

La conformidad se verifica por inspección.

3.4.10 Equipos interconectados

En los casos donde un grupo de unidades con conexiones de alimentación individual esté interconectado de forma que sea posible la transmisión entre unidades de **tensión peligrosa** o **niveles de energía peligrosos**, se debe proporcionar un dispositivo de desconexión para desconectar las partes peligrosas que sea probable tocar mientras la unidad considerada se está revisando, a menos que estas partes se protejan y marquen con etiquetas de advertencia apropiadas. Además se debe proporcionar una etiqueta bien visible en cada unidad dando instrucciones adecuadas para retirar la alimentación de la unidad.

La conformidad se verifica por inspección.

3.4.11 Fuentes de alimentación múltiples

En los casos donde una unidad se alimente desde más de una fuente (por ejemplo, distintas frecuencias o tensiones, o alimentación de respaldo) debe existir un marcado bien visible en cada dispositivo de desconexión dando instrucciones adecuadas para retirar la alimentación de la unidad.

La conformidad se verifica por inspección.

3.5 Interconexión de equipos

3.5.1 Requisitos generales

En los casos donde se pretenda conectar eléctricamente un equipo a otro, a un accesorio o a una **red de telecomunicación**, deben seleccionarse los circuitos de interconexión para ser conformes en todo momento con los requisitos del inciso 2.2 para **circuitos MBTS** y con los requisitos del inciso 2.3 para **circuitos TNV**, después de realizar las conexiones.

NOTA: Normalmente esto se consigue conectando **circuitos MBTS** a **circuitos MBTS** y **circuitos TNV** a **circuitos TNV**.

Adicionalmente, los **circuitos MBTS** de puertos de datos para la conexión a otros equipos o accesorios deben limitar el riesgo de incendio en el equipo conectado tal y como se especifica en el inciso 3.5.4.

NOTA: Se permite que un **cable de interconexión** contenga más de un tipo de circuito (por ejemplo, **circuito MBTS**, **circuito para limitar la corriente**, **circuito TNV**, **circuito MBT** o circuito a **tensión peligrosa**) siempre que estén separados como indica esta Norma Mexicana.

La conformidad se verifica por inspección.

3.5.2 Tipos de circuitos de interconexión

Cada circuito de interconexión debe ser uno de los siguientes tipos:

- un **circuito MBTS** o un **circuito para limitar la corriente**; o
- un **circuito TNV-1**, **TNV-2** o **TNV-3**; o

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

– un circuito a **tensión peligrosa**.

Con excepción de lo permitido en el inciso 3.5.3, los circuitos de interconexión no deben ser **circuitos MBT**.

La conformidad se verifica por inspección.

3.5.3 Circuitos MBT como circuitos de interconexión

En los casos donde los equipos adicionales sean específicamente complementarios con el equipo servidor (primero) (por ejemplo, un colector para una fotocopiadora) se permiten **circuitos MBT** como circuitos de interconexión entre equipos, siempre que los equipos cumplan en todo momento los requisitos de esta Norma Mexicana cuando estén conectados juntos.

La conformidad se verifica por inspección.

3.5.4 Puertos de datos para equipos suplementarios

Para limitar el riesgo de incendio en un equipo o accesorio suplementario (por ejemplo, un escáner, ratón, teclado, lector de DVD, lector de CD ROM o control de mando) deben alimentarse los **circuitos MBTS** de un puerto de datos para la conexión de dicho equipo mediante una fuente de alimentación limitada que cumpla con el inciso 2.5. Este requisito no se aplica si se sabe que el equipo suplementario cumple con el inciso 4.7.

NOTA: Se recomienda que los fabricantes de los accesorios y de sus **cables de interconexión** incluyan la protección contra corrientes de fallas de hasta 8 A a 100 VA, el máximo disponible desde la fuente de alimentación limitada de acuerdo con la tabla 2B.

La conformidad se verifica por inspección y si es necesario, por prueba.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

4 REQUISITOS FÍSICOS

4.1 Estabilidad

En condiciones normales de uso, las unidades y los equipos no deben volverse físicamente inestables hasta el grado de que podrían resultar un peligro para un **operador** o para el **personal de mantenimiento**.

Si las unidades se diseñan para fijarse juntas en el lugar y no para utilizarse de manera individual, la estabilidad de cada unidad está exenta de los requisitos del inciso 4.1.

Los requisitos del inciso 4.1 no se aplican si las instrucciones de instalación para una unidad especifican que el equipo se ha de asegurar a la estructura del edificio antes de su funcionamiento.

En condiciones de utilización del **operador**, deben funcionar automáticamente si son necesarios los medios de estabilización al abrirse cajones, puertas, etc.

Durante las operaciones realizadas por **personal de mantenimiento**, los medios de estabilización, si son necesarios, deben funcionar de forma automática o debe proporcionarse un marcado que indique al **personal de mantenimiento** que despliegue dichos medios.

La conformidad se verifica por las pruebas siguientes, cuando sea apropiado. Cada prueba se realiza de forma separada. Durante las pruebas, los recipientes deben contener la cantidad de sustancia dentro de su capacidad asignada que produzca la condición más desfavorable. Todas las ruedas y gatos, si se utilizan durante el funcionamiento normal, se colocan en la posición más desfavorable, con las ruedas o similares bloqueadas. Sin embargo, si las ruedas se utilizan únicamente para el transporte de la unidad y las instrucciones de instalación requieren que los gatos se bajen después de la instalación, entonces se utilizan los gatos (y no las ruedas) en esta prueba; los gatos se colocan en la posición más desfavorable, compatible con un nivelado razonable de la unidad.

- Una unidad con una masa de 25 kg o más no debe perder el equilibrio cuando se incline 10º con respecto a su posición vertical. Las puertas, cajones, etc., permanecen cerrados durante esta prueba. Una unidad provista de características que permitan múltiples posiciones debe probarse en la posición menos favorable permitida por la construcción.

- Una unidad con una masa de 25 kg o más que repose sobre el suelo no debe perder el equilibrio cuando se aplica una fuerza igual al 20 % de su peso, pero no mayor de 250 N, en cualquier dirección excepto hacia arriba, a una altura que no supere 2 m del suelo. Las puertas, cajones, etc., que puedan moverse para el mantenimiento por el **operador** o por **personal de mantenimiento** se colocan en la posición más desfavorable, compatible con las instrucciones de instalación.

- Una unidad que repose sobre el suelo no debe perder el equilibrio cuando se aplique hacia abajo una fuerza constante de 800 N en el punto de máximo momento a cualquier superficie horizontal de al menos 125 mm por al menos 200 mm, a una altura que no supere 1 m del suelo. Las puertas, cajones, etc. se mantienen cerrados durante esta prueba. Esta fuerza de 800 N se aplica por medio de una herramienta de prueba

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

adecuada que tenga una superficie plana de aproximadamente 125 mm por 200 mm. La fuerza hacia abajo se aplica con toda la superficie plana de la herramienta de prueba en contacto con el equipo bajo prueba (EBP); la herramienta de prueba no necesita estar en total contacto con superficies irregulares (por ejemplo, superficies corrugadas o curvadas).

4.2 Resistencia mecánica

4.2.1 Generalidades

Los equipos deben tener una resistencia mecánica adecuada y estar construidos para seguir siendo seguros en el sentido de esta Norma Mexicana cuando se sometan a la utilización que puede esperarse. Para conocer los requisitos adicionales para el equipo montado en bastidor, véase el apéndice DD.

No se requieren pruebas de resistencia mecánica en una barrera interna, pantalla o similar, prevista para ser conforme con los requisitos del inciso 4.6.2, si el gabinete proporciona protección mecánica.

Un gabinete **mecánico** debe ser lo suficientemente completa para contener o desviar partes que, por falla u otros motivos, podrían aflojarse, separarse o arrojarse desde una parte móvil (véase el inciso 4.2.11 de los requisitos pertinentes).

La conformidad se verifica por inspección de la construcción, de los datos disponibles y cuando sea necesario, por las pruebas adecuadas de los incisos 4.2.2 al 4.2.7 y 4.2.11 como se especifica.

Las pruebas no se aplican a asas, palancas, manijas, a la superficie de tubos de rayos catódicos (véase el inciso 4.2.8) o a cubiertas transparentes o translúcidas de instrumentos indicadores o de medida, a menos que sean partes accesibles a **tensión peligrosa** por medio del dedo de prueba de la figura 2A (véase el inciso 2.1.1.1), si las asas, palancas, manijas o cubiertas se retiran.

Durante las pruebas de los incisos 4.2.2, 4.2.3 y 4.2.4, los **gabinetes** conductores, puestos a tierra o no, no deben puentear partes entre las que exista un **nivel de energía peligroso** y no deben tocar una parte viva a **tensión peligrosa**. No se permite el contacto para tensiones de más de 1 000 V en c.a. o 1 500 V en c.c. y debe haber un espacio de aire entre la parte a **tensión peligrosa** y el gabinete. El espacio de aire debe tener una longitud como mínimo igual a la **distancia en el aire** mínima especificada en el incisos 2.10.3 (o apéndice G) para **aislamiento básico** o soportar la prueba de rigidez dieléctrica aplicable del inciso 5.2.2.

Después de las pruebas de los incisos 4.2.2 al 4.2.7, la muestra debe continuar siendo conforme con los requisitos de los incisos 2.1.1, 2.6.1, 2.10, 3.2.6 y 4.4.1. No debe mostrar signos de interferencia con el funcionamiento de características de seguridad como **interruptores térmicos**, dispositivos de protección de sobrecorriente o interruptores. En caso de duda, se somete el **aislamiento reforzado** o **aislamiento suplementario** a una prueba de rigidez dieléctrica como se especifica en el inciso 5.2.2.

No se toman en consideración los deterioros de acabado, grietas, mellas o descascarillados si éstos no afectan a la seguridad.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

NOTA: Si se utiliza para una prueba un gabinete o parte de un gabinete separado, puede ser necesario volver a montar tales partes en el equipo para verificar la conformidad.

4.2.2 Prueba de fuerza constante, 10 N

Los componentes y partes que no sirvan como **gabinete** (véanse los incisos 4.2.3 y 4.2.4) se someten a una fuerza constante de 10 N ± 1 N.

Los criterios para la conformidad se dan en el inciso 4.2.1.

4.2.3 Prueba de fuerza constante, 30 N

Las partes de un gabinete situadas en una **zona de acceso del operador**, que estén protegidas por una cubierta o puerta conforme con los requisitos del inciso 4.2.4, se someten a una fuerza constante de 30 N ± 3 N durante un periodo de 5 s, aplicada por medio de una versión rígida y sin articulación del dedo de prueba de la figura 2A (véase el inciso 2.1.1.1), a la parte sobre el equipo o dentro del mismo.

Los criterios para la conformidad se dan en el inciso 4.2.1.

4.2.4 Prueba de fuerza constante, 250 N

Los **gabinetes** exteriores se someten a una fuerza constante de 250 N ± 10 N durante un periodo de 5 s, aplicada sucesivamente sobre la parte superior, inferior y laterales del gabinete fijado al equipo, por medio de una herramienta de prueba adecuada que proporcione un contacto sobre una superficie plana circular de 30 mm de diámetro. Sin embargo, esta prueba no se aplica a la parte inferior de un gabinete en equipos con una masa de más de 18 kg.

Los criterios para la conformidad se dan en el inciso 4.2.1.

4.2.5 Prueba de impacto

Excepto para los equipos del inciso 4.2.6, las superficies exteriores de **gabinetes**, cuya falla da acceso a partes peligrosas, se prueban como sigue.

Se sujeta en su posición normal una muestra que consta de un gabinete completo, o una porción del mismo que represente el área más grande no reforzada. Se deja caer libremente desde una altura (H) de 1.3 m (véase la figura 4A) sobre la muestra, una bola maciza de acero pulido, de aproximadamente 50 mm de diámetro y una masa de 500 g ± 25 g. (Las superficies verticales están exentas de esta prueba).

Además, se suspende la bola de acero con una cuerda y se balancea como un péndulo con el fin de aplicar un impacto horizontal, cayendo desde una altura (H) de 1.3 m (véase la figura 4A) sobre la muestra. (Las superficies horizontales están exentas de esta prueba). De manera alternativa, se gira la muestra 90º respecto a sus ejes horizontales y se deja caer la bola como en la prueba de impacto vertical.

Las partes inferiores de los **gabinetes** también se prueban si las instrucciones de funcionamiento permiten una orientación en la que la parte inferior del gabinete se convierta en la parte superior o un lateral del gabinete.

La prueba de impacto no se aplica a lo siguiente:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- La cara de un tubo de rayos catódicos (véase 4.2.8);
- al cristal de los equipos (por ejemplo, de una fotocopiadora);
- la superficie de un gabinete de un **equipo fijo**, incluyendo **equipos para empotrar**, que es inaccesible y está protegido después de la instalación.

– visualizadores de pantalla plana;

- que tiene una superficie de vidrio no superior a 0.1 m^2 o con una dimensión mayor no excediendo a 450 mm, o
- hechas de vidrio laminado; o

NOTA: vidrio laminado incluye construcciones tales como película de plástico fijada a un solo lado del cristal.

- que ha sido evaluado y el vidrio con excepción de los tubos de imagen y vidrio laminado, con superficie superior a 0.1 mm^2 o con una dimensión superior a 450 mm, no se hace añicos de modo que pueda resultar en una lesión lacerada en la piel.

Los criterios para la conformidad se dan en el inciso 4.2.1.

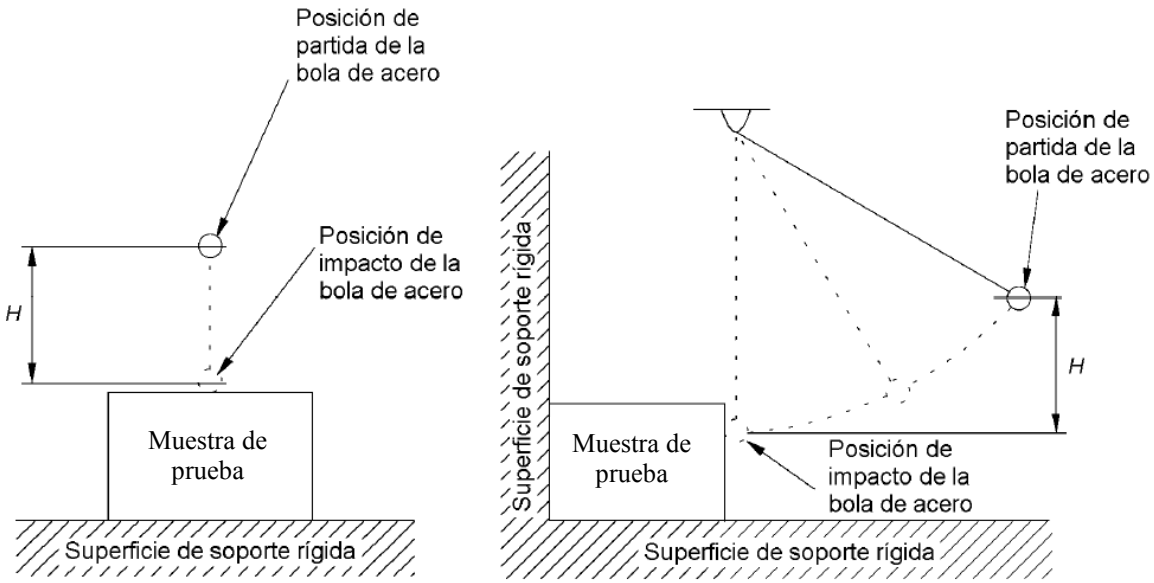

Posición de partida de la bola de acero
Posición de impacto de la bola de acero
H
Muestra de prueba
Superficie de soporte rígida
Posición de partida de la bola de acero
Superficie de soporte rígida
Muestra de prueba
Posición de impacto de la bola de acero
H
Superficie de soporte rígida

FIGURA 4A.- Prueba de impacto utilizando una bola de acero

4.2.6 Prueba de caída

Se someten a la prueba de caída a los siguientes equipos:

– EQUIPOS PORTÁTILES;

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

– EQUIPOS DE CONEXIÓN DIRECTA;

– EQUIPOS TRANSPORTABLES;

– equipos de sobremesa con una masa de 5 kg o menos que se vayan a utilizar con uno de los siguientes:

  • un teléfono fijo, u

  • otro accesorio fijo de mano con una función acústica, o

  • un auricular.

- EQUIPOS MÓVILES que requieran elevación o manipulación por el **usuario** como parte de su uso previsto

NOTA: Un ejemplo de dicho equipo es una trituradora de papel situada en el contenedor de basura, que requiere su retirada para vaciar el contenedor.

Para determinar la conformidad, se somete una muestra del equipo completo a tres impactos que son consecuencia de dejarlo caer sobre una superficie horizontal en las posiciones que sea probable que produzcan los resultados más desfavorables.

La altura de la caída debe ser:

– 750 mm ± 10 mm para los equipos de sobremesa descritos anteriormente;

– 750 mm ± 10 mm para los equipos móviles descritos anteriormente;

– 1 000 mm ± 10 mm para los **equipos portátiles**, **equipos de conexión directa** y **equipos transportables**.

La superficie horizontal consiste en madera dura de al menos 13 mm de espesor, montada sobre dos capas de contrachapado de 18 mm ± 2 mm de espesor, todo ello sobre concreto o suelo no elástica o equivalente.

Los criterios para la conformidad se dan en el inciso 4.2.1.

4.2.7 Prueba de liberación de estrés

Los **gabinetes** de materiales termoplásticos moldeados o formados deben construirse de manera que las contracciones o distorsiones debidas a estrés internas causadas por la operación de moldeado o formación no provoquen la exposición de partes peligrosas o la reducción de las **líneas de fuga** y **distancias en el aire** por debajo del mínimo requerido en el inciso 2.10 (o apéndice G).

La conformidad se verifica mediante el molde de prueba de liberación de estrés especificado en la NMX-J-565/10-3-ANCE, el procedimiento de prueba descrito a continuación o por inspección de la construcción y los datos disponibles cuando sea apropiado.

Una muestra consistente del equipo completo o en el gabinete completo junto con algún marco de soporte, se coloca en un horno con circulación de aire a una temperatura 10 K por encima de la temperatura máxima observada en el gabinete durante la prueba del inciso

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

4.5.2, pero no inferior a 70 ºC, durante 7 h, dejando después que se enfríe a la temperatura ambiente.

Con el consentimiento del fabricante, se permite incrementar la duración de tiempo anterior.

Para grandes equipos para los que resulta imposible probar el gabinete completo, se permite usar una porción de **gabinete** representativo del conjunto completo con relación al espesor y a la forma, incluyendo todos los miembros mecánicos de soporte.

NOTA: No es necesario mantener una humedad relativa a un valor específico durante esta prueba.

Si se lleva a cabo la prueba descrita anteriormente, se aplican los criterios para la conformidad del inciso 4.2.1.

4.2.8 Tubos de rayos catódicos

Si se incluye en el equipo un tubo de rayos catódicos con una superficie máxima mayor de 160 mm, el tubo de rayos catódicos o el equipo con el tubo de rayos catódicos correctamente instalado, debe cumplir con los requisitos del capítulo 18 de la Norma Mexicana NMX-I-062-NYCE para resistencia mecánica de los tubos de rayos catódicos.

NOTA: El capítulo 18 de la Norma Mexicana NMX-I-062-NYCE requiere que los tubos de rayos catódicos superen las pruebas especificados en el inciso 18.1 o que cumpla con la Norma Mexicana NMX-I-032-NYCE.

La conformidad se verifica por inspección, por medición y si es necesario, por los requisitos y pruebas adecuadas del capítulo 18 de la NMX-I-062-NYCE.

4.2.9 Lámparas de alta presión

El gabinete **mecánico** de una lámpara de alta presión debe tener la resistencia mecánica adecuada para contener una explosión de la lámpara con el fin de reducir las posibilidades de daño a un **operador** o una persona cerca del equipo durante la utilización normal o el mantenimiento por parte del **operador**.

Para el propósito de esta Norma Mexicana, una "lámpara de alta presión" es una lámpara en que la presión supera los 0.2 MPa en frío o 0.4 MPa en funcionamiento.

La conformidad se verifica por inspección.

NOTA: En algunos casos también puede aplicarse el inciso 2.10.3.5.

4.2.10 Equipos montados en la pared o en el techo

Los medios de montaje de equipos destinados a colocarse en la pared o en el techo deben ser adecuados.

La conformidad se verifica por inspección de la construcción y de los datos disponibles o cuando sea necesario, por la siguiente prueba.

Se monta el equipo según las instrucciones del fabricante. Se aplica una fuerza hacia abajo, que se suma al peso del equipo, en el centro de gravedad del mismo durante 1 min. La fuerza adicional debe ser igual a tres veces el peso del equipo pero no inferior a 50 N. El equipo y sus medios de montaje asociados deben permanecer seguros durante la prueba.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Después de la prueba, el equipo, incluyendo cualquier placa de montaje asociada, no debe estar dañada.

4.2.11 Rotación de medios sólidos

El equipo debe estar construido de tal manera que los medios sólidos que giran a una velocidad superior a 8 000 r/min que puedan dañarse o romperse en condiciones normales de operación, estén contenidos.

La conformidad se verifica mediante inspección y en su caso, por las siguientes pruebas, de acuerdo con la figura 4G o la figura 4 H, según corresponda.

El tamaño del espacio "X" entre la puerta de los medios o de conjunto de la bandeja y el recinto se mide mientras se aplica una fuerza estática de F 10 % en el interior de la cubierta en la posición más desfavorable utilizando el pin de prueba, (véase la figura 2B). La fórmula para el cálculo de la fuerza estática a ser aplicada es:

$$F = S \times (mv^2)/R_0$$

Donde

F Es la fuerza aplicada en Newtons;
S = 0.250 cuando no se utiliza deflector (considerado el peor de los casos del tamaño fraccional de masa fragmento);
S = 0.125 cuando se utiliza un deflector (considerado el peor de los casos edl tamaño fraccional de masa fragmento);
m es la masa de los medios en kilogramos;
v es la velocidad del el diámetro exterior de los medios en metros por segundo;
Ro es el radio exterior de los medios en metros.

NOTAS:

1) La masa total de los medios es la especificada por el fabricante.

2) CD y DVD típicos están dentro de los siguientes intervalos:

- Para un CD:

  Grosor: 1.20 mm $^{+0.3}_{-0.1}$ mm

  Masa: 14 g a 33 g;

- Para un DVD

  - Grosor: 1.20 mm $^{+0.3}_{-0.06}$ mm
  - Masa: 13 g a 20 g.

Cuando no se utiliza un deflector de medios, la cubierta de la puerta no debe romperse, separarse de la unidad o flexionar, como para crear una abertura mayor que 'X' mm medida entre cualquier parte de la puerta de los medios de comunicación y la superficie envolvente externa más cercana a través de fragmentos de medios que pueden ser expulsados. Una sonda cilíndrica o calibrador se pueden utilizar para medir la apertura (véase la figura 4G). 'X' es el espesor más pequeño en milímetros de los medios especificados por el fabricante.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

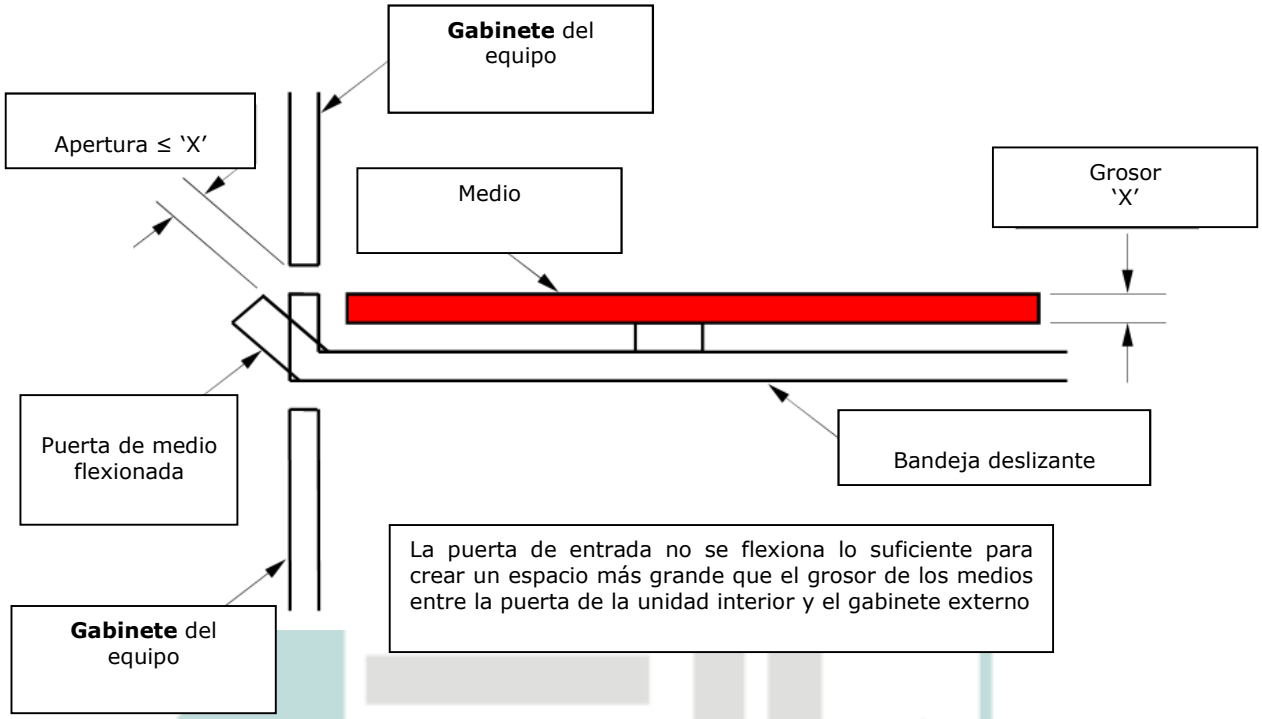

Gabinete del equipo
Apertura ≤ 'X'
Medio
Grosor 'X'
Puerta de medio flexionada
Bandeja deslizante
La puerta de entrada no se flexiona lo suficiente para crear un espacio más grande que el grosor de los medios entre la puerta de la unidad interior y el gabinete externo
Gabinete del equipo

FIGURA 4G.- Ejemplo para la determinación de apertura 'X' sin deflector

Cuando se utiliza un deflector de medios, la tapa combinación de puerta / deflector no debe romperse, separarse o flexionar de la unidad, como para crear una abertura a través del cual fragmentos del medio pueden ser expulsados (véase figura 4H).

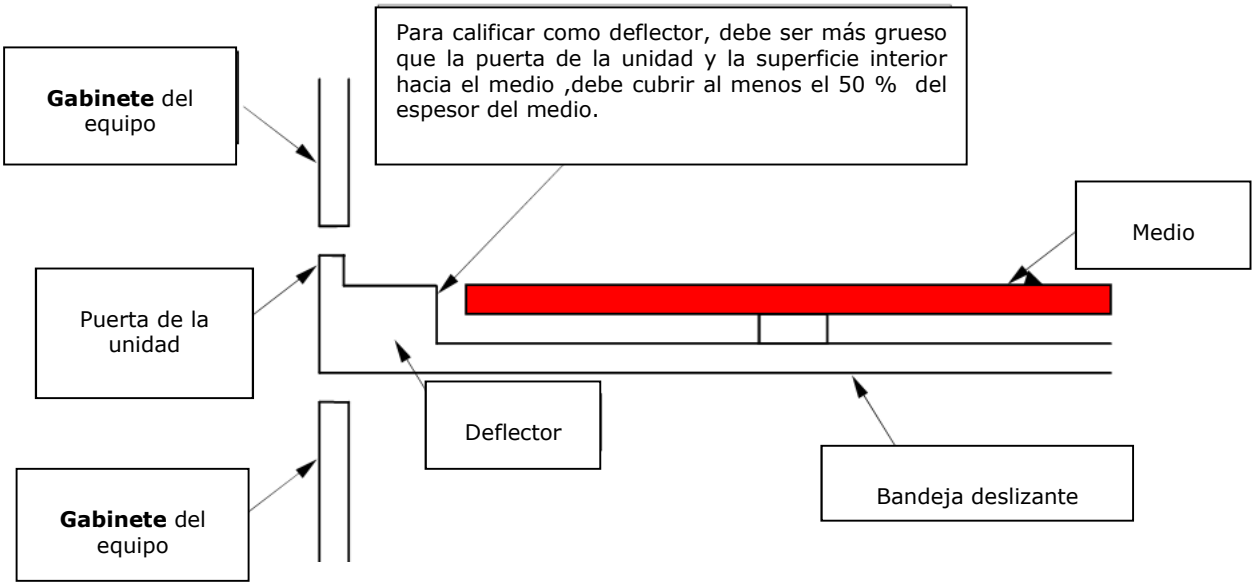

Gabinete del equipo
Para calificar como deflector, debe ser más grueso que la puerta de la unidad y la superficie interior hacia el medio ,debe cubrir al menos el 50 % del espesor del medio.
Medio
Puerta de la unidad
Deflector
Bandeja deslizante
Gabinete del equipo

FIGURA 4H.- Ejemplo para la determinación de apertura 'X' con un deflector

4.3 Diseño y construcción

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

4.3.1 Bordes y esquinas

Cuando los bordes o esquinas puedan ser peligrosos para los **operadores** debido al diseño del equipo, estos deben ser redondeados o suavizadas.

Este requisito no se aplica a bordes o esquinas que se requieran para el correcto funcionamiento del equipo.

La conformidad se verifica por inspección.

4.3.2 Palancas y controles manuales

Las palancas, perillas, mangos y similares deben estar fijados de manera confiable de modo que no se aflojan durante la utilización normal, si esto pudiera ser peligroso. No se deben usar compuestos de sellado y similares, aparte de resinas autoendurecibles, para impedir el aflojado.

Si se utilizan palancas, perillas y similares para indicar la posición de interruptores o componentes similares, no debe ser posible fijarlos en una posición incorrecta si esto pudiera ser peligroso.

La conformidad se verifica por inspección, por prueba manual e intentando retirar la palanca, perilla o mango al aplicar una fuerza axial durante 1 min como se indica a continuación.

Si la forma de estas partes es tal que resulta poco probable aplicar una fuerza axial durante la utilización normal, la fuerza es:

- 15 N para los medios de funcionamiento de componentes eléctricos; y
- 20 N en otros casos.

Si la forma es tal que resulta probable aplicar una fuerza axial, la fuerza es:

- 30 N para los medios de funcionamiento de componentes eléctricos; y
- 50 N en otros casos.

4.3.3 Controles regulables

Se deben construir los equipos de manera que el ajuste manual de un dispositivo de control, como un dispositivo para la selección de diferentes tensiones de la **red de alimentación en corriente alterna**, requiera la utilización de una **herramienta** en caso de que un ajuste incorrecto o una manipulación involuntaria pueda ser peligroso.

NOTA: Los requisitos de marcado para el ajuste de la tensión de alimentación están en el inciso 1.7.4.

La conformidad se verifica por prueba manual.

4.3.4 Fijación de las partes

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Se deben fijar los tornillos, tuercas, rondanas, muelles o partes similares para que soporten los esfuerzos mecánicos en una utilización normal si su aflojado pudiera crear un peligro, si las **líneas de fuga**, **distancias en el aire** sobre **aislamiento suplementario** o **aislamiento reforzado** se pueden reducir a valores inferiores a los indicados en el inciso 2.10 (o apéndice G).

NOTA: Los requisitos de fijación de conductores están en el inciso 3.1.9.

La conformidad se verifica por inspección, por medición y por prueba manual.

Para la evaluación de la conformidad:

- se supone que no se aflojarán dos fijaciones independientes al mismo tiempo; y
- se supone que no es factible que se aflojen partes fijadas por medio de tornillos o tuercas con rondanas autoblocantes u otros medios de bloqueo.

NOTA: Las rondanas de muelle y similares pueden proporcionar un bloqueo satisfactorio.

4.3.5 Conexión de clavijas y bases

Dentro de una unidad o sistema de un fabricante, las clavijas y bases con probabilidad de que las utilice el **operador** o **personal de mantenimiento** no deben emplearse de forma que puedan crear un peligro debido a una mala conexión. En particular, no deben utilizarse los conectores que cumplan con las normas indicadas en el inciso P.18 o P.21 del apéndice P para **circuitos MBTS** o **circuitos TNV**. Se permite para cumplir este requisito la localización adecuada, la utilización de llaves o en el caso de conectores accesibles únicamente a **personal de mantenimiento**, un marcado claro.

La conformidad se verifica por inspección.

4.3.6 Equipos conectados directamente a la red eléctrica

Los **equipos conectados directamente a la red** no deben provocar un esfuerzo indebido en el receptáculo (toma corriente o enchufe hembra) de la red eléctrica. La clavija de alimentación debe cumplir con la norma aplicable.

La conformidad se verifica por inspección y si es necesario, por la siguiente prueba.

Se inserta el equipo, al igual que en utilización normal, en un toma de corriente fijo de configuración como la prevista por el fabricante, que pueda pivotar alrededor de un eje horizontal que corte las líneas centrales de los contactos a una distancia de 8 mm detrás de la superficie de enganche de la toma de corriente. El par adicional que tiene que aplicarse a la toma de corriente para mantener la superficie de enganche en el plano vertical no debe exceder 0.25 N·m.

4.3.7 Elementos calefactores en equipos puestos a tierra

Los elementos calefactores en equipos que están puestos a tierra por motivos de seguridad deben protegerse de forma que, en condiciones de falla a tierra, se evite un peligro de incendio debido a un sobrecalentamiento. En tales equipos, los dispositivos termosensibles, si es que existen, deben situarse en todos los conductores de la línea que alimenten los elementos calefactores.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Los dispositivos termosensibles deben desconectar también el conductor neutro en cada uno de los casos siguientes:

a) en equipos alimentados a partir de un sistema IT de distribución de potencia;
b) en **equipos alimentados por toma de corriente** alimentados a través de un conector de aparato reversible o una clavija reversible;
c) en equipos alimentados desde una toma de corriente con polaridad sin determinar.

En los casos b) y c) se permite cumplir este requisito conectando un **termostato** en un conductor y un **interruptor térmico** en el otro.

No se requiere desconectar los conductores simultáneamente.

La conformidad se verifica por inspección.

4.3.8 Pilas o baterías

NOTAS:

1) Los requisitos para los marcados o las instrucciones se dan en el inciso 1.7.13.

2) Los requisitos para la protección contra sobre corrientes se dan en los incisos 3.1.1 y 5.3.1.

3) Los requisitos para las baterías estacionarias (tales como las baterías secundarias grandes instaladas en una instalación fija y exteriores al equipo) se dan en las normas especificadas en los inciso P.37 y P.38 del apéndice P.

Los equipos que contengan pilas o baterías deben diseñarse para reducir el riesgo de incendio, explosión y fugas químicas en condiciones normales y después de una falla en el equipo (véase el inciso 1.4.14), incluyendo una falla en un circuito dentro del paquete de la batería o pila del sistema. Para pilas o baterías reemplazables por el **usuario**, el diseño debe reducir la posibilidad de instalarlo con la polaridad cambiada si ello pudiera crear un peligro.

Los circuitos de las pilas o baterías deben diseñarse de manera que:

- las características de salida de un circuito de carga de baterías sean compatibles con su batería recargable; y

- para pilas no recargables, se impida la descarga a una velocidad que supere las recomendaciones del fabricante, así como la carga accidental; y

- para baterías recargables, se impida la carga y descarga a una velocidad que supere las recomendaciones del fabricante, así como la carga inversa; y

- las pilas o baterías reemplazables por el **usuario** deben:

  • tener contactos que no puedan cortocircuitarse con el dedo de prueba de la figura 2A; o

  • estar protegido inherentemente para impedir la creación de un peligro en el sentido de esta Norma Mexicana.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

NOTA: La carga inversa de una batería recargable ocurre cuando se invierte la polaridad del circuito de carga, ayudando a la descarga de la batería.

Si la batería contiene líquido o gel electrolítico debe proporcionarse una bandeja de batería que sea capaz de retener cualquier líquido que pudiera escaparse como resultado de la formación de presión interna en la batería. El requisito de proporcionar una bandeja de batería no se aplica si la construcción de la batería es tal que la fuga del electrolito de la batería es improbable (véase también el inciso 1.3.6).

NOTA: Un ejemplo de construcción de batería donde la fuga del electrolito se considera improbable es el tipo de célula sellada regulada mediante válvula.

Si se requiere una bandeja de batería, su capacidad debe ser igual al volumen de electrolito de todas las células de la batería, o el volumen de una única célula si el diseño de la batería es tal que la fuga simultanea de múltiples células es improbable.

NOTA: Si existen múltiples células (por ejemplo las seis células en una batería de ácido-plomo de 12 V) en una carcasa única, su fractura podría llevar a un volumen mayor de fuga que el de una única célula.

La conformidad se verifica por inspección, por evaluación de los datos proporcionados por los fabricantes del equipo y de la batería.

Cuando no se disponga de datos apropiados, la conformidad se verifica por prueba. Sin embargo, las pilas y baterías que son intrínsecamente seguras para las condiciones dadas no se prueban bajo esas condiciones. Se consideran seguras bajo condiciones de cortocircuito las pilas ordinarias no recargables de carbono-zinc o alcalinas y por tanto no se prueban para descarga; tampoco se prueban dichas pilas para fugas bajo condiciones de almacenaje.

Debe utilizarse una pila nueva no recargable o una batería recargable totalmente cargada proporcionada con el equipo o recomendada por el fabricante para cada una de las siguientes pruebas:

– **Sobrecarga de una batería recargable**. Se carga una batería bajo cada una de las siguientes condiciones por turnos:

  • El circuito de carga de la batería se ajusta con la batería desconectada para dar el 106 % de la tasa de tensión de salida nominal del cargador o la tensión de carga máxima disponible del cargador (sin la simulación de fallas), según el valor mayor alcanzable. La batería se carga durante un periodo de 7 h.

  • El circuito de carga de la batería se ajusta, con la batería desconectada, al 100 % de la tensión de salida nominal del cargador. La batería se carga mientras se somete de forma corta a la simulación de falla de un componente que está previsto que ocurra en el circuito de carga y que resulte en una sobrecarga de la batería. Para minimizar el tiempo de la prueba, la falla se elige para que cause la mayor corriente de sobrecarga. La batería se carga para un único periodo de 7 h con la falla simulada en su lugar.

– **Carga accidental de una batería no recargable**. Se carga una batería mientras se somete de forma corta a la simulación de falla de un componente que está previsto que ocurra en el circuito de carga y que resulte en una carga accidental de la batería. Para minimizar el tiempo de la prueba, la falla se elige para que cause la mayor corriente de

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

carga. La batería se carga para un único periodo de 7 h con la falla simulada en su lugar.

- **Carga inversa de una batería recargable.** Se carga inversamente una batería mientras se somete de forma corta a la simulación de falla de un componente que está previsto que ocurra en el circuito de carga y que resulte en una carga inversa de la batería. Para minimizar el tiempo de la prueba, la falla se elige para que cause la mayor corriente de carga inversa. La batería se carga inversamente para un único periodo de 7 h con la falla simulada en su lugar.

- **Tasa de descarga excesiva de cualquier batería.** Se somete una batería a una descarga rápida abriendo el circuito o cortocircuitando todos los componentes limitadores de corriente o de tensión en el circuito de carga de la batería bajo prueba.

NOTA: Algunos de las pruebas especificadas pueden ser peligrosas para las personas que las llevan a cabo; deben tomarse todas las medidas apropiadas para proteger al personal contra posibles peligros químicos o de explosión.

Estas pruebas no deben provocar nada de lo siguiente:

- fugas químicas causadas por el agrietado, ruptura o estallido del envoltorio de la batería o pila, si dichas fugas pudieran afectar negativamente el aislamiento requerido; o

- derrames de líquido de un dispositivo de liberación de presión en la batería, a menos que dichos derrames sean contenidos por el equipo sin riesgo de daño al aislamiento o al **usuario**; o

- explosión de la pila o batería, si dicha explosión pudiera provocar daños a un **usuario**; o

- emisión de flama o expulsión de metal fundido al exterior del gabinete del equipo.

Tras el término de las pruebas, se somete el equipo a las pruebas de rigidez dieléctrica del inciso 5.3.9.2.

4.3.9 Aceite y grasa

Donde el cableado interno, devanados, conmutadores, anillos colectores, similares y aislamiento en general, esté expuesto a aceite, grasa o sustancias similares, el aislamiento debe tener las propiedades adecuadas para resistir el deterioro bajo estas condiciones.

La conformidad se verifica por inspección y por evaluación de los datos para el material aislante.

4.3.10 Polvo, material en polvo, líquidos y gases

Los equipos que produzcan polvo (por ejemplo, polvo de papel) o utilicen materiales en polvo, líquidos o gases deben construirse de manera que no pueda existir una concentración peligrosa de estos materiales y que en el sentido de esta Norma Mexicana no se produzca un

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

peligro por condensación, vaporización, fugas, derrames o corrosión durante el funcionamiento normal, almacenamiento, llenado o vaciado. En particular, no deben reducirse las **líneas de fuga** y **distancias en el aire** por debajo de los valores del inciso 2.10 (o apéndice G).

La conformidad se verifica por inspección, medición y cuando el derrame de líquido pudiera afectar al aislamiento eléctrico durante el rellenado por la prueba siguiente y para líquidos inflamables, por las pruebas del inciso 4.3.12.

Los equipos deben estar preparados para su utilización siguiendo las instrucciones de instalación, pero no alimentados.

El recipiente de líquido del equipo está completamente lleno con el líquido especificado por el fabricante y se vierte una cantidad adicional, igual al 15 % de la capacidad del recipiente, de forma constante durante un periodo de 1 min. Para recipientes de líquido con una capacidad que no supere los 250 ml y para recipientes sin drenaje y aquellos en los cuales el llenado no puede observarse desde el exterior, se echa una cantidad adicional, igual a la capacidad del recipiente, de forma constante durante un periodo de 1 min.

Inmediatamente después de este tratamiento, el equipo debe soportar la prueba de rigidez dieléctrica del inciso 5.2.2 en cualquier aislamiento sobre el cual podría haber caído líquido y la inspección debe mostrar que el líquido no ha creado un peligro en el sentido de esta Norma Mexicana.

Se permite que el equipo permanezca en condiciones normales en el ambiente del cuarto de prueba durante 24 h antes de ser sometido a cualquier prueba eléctrica adicional.

4.3.11 Recipientes para líquidos o gases

Los equipos que, en uso normal, contengan líquidos o gases deben incorporar protecciones adecuadas contra la presión excesiva.

La conformidad se verifica por inspección y si es necesario, por una prueba adecuada.

4.3.12 Líquidos inflamables

Si se utiliza un líquido inflamable en un equipo, el líquido debe guardarse en un recipiente cerrado, excepto la cantidad necesaria para el funcionamiento del equipo. La cantidad máxima de líquido inflamable almacenado en un equipo no debe ser en general superior a 5 l. Si, no obstante, la utilización de líquido es tal que se consumen más de 5 l en 8 h, se permite aumentar la cantidad almacenada a la requerida para 8 h de funcionamiento.

Los aceites o líquidos equivalentes utilizados para lubricación o en un sistema hidráulico deben tener un punto de inflamabilidad de 149 º C o superior y el recipiente debe ser de construcción sellada. El sistema debe permitir la expansión del líquido e incorporar medios para el alivio de la presión. Este requisito no se aplica a aceites lubricantes que se apliquen a puntos de fricción en cantidades que sean despreciables en caso de incendio.

Excepto en las condiciones dadas a continuación, los líquidos que se rellenan tales como tintas de impresión deben tener un punto de inflamabilidad de 60 ºC o superior y no deben estar bajo la presión suficiente para causar su atomización.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Se permiten los líquidos inflamables rellenables que tienen un punto de inflamación inferior a 60 ºC o que están bajo la presión suficiente para causar su atomización, siempre que la inspección muestre que no hay posibilidad de pulverización de líquido o formación de mezclas de vapor-aire inflamables que pudieran causar una explosión o peligro de incendio. Bajo condiciones normales de funcionamiento, los equipos que utilicen un líquido inflamable no deben generar una mezcla con una concentración que supere un cuarto del **límite de explosión** si la mezcla está cerca de una fuente de ignición o que supere la mitad del **límite de explosión** si la mezcla no está cerca de una fuente de ignición. La investigación debe también tener en cuenta la integridad del sistema de manipulación del líquido. El sistema de manipulación del líquido debe estar convenientemente protegido o construido para evitar el riesgo de incendio o explosión, incluso bajo las condiciones de prueba especificadas en el inciso 4.2.5.

La conformidad se verifica por inspección y si es necesario, por la siguiente prueba.

Se hace funcionar el equipo de acuerdo con el inciso 4.5.2 hasta que su temperatura se estabilice. En este estado, se hace funcionar el equipo de un modo normal, tal y como indican las instrucciones de funcionamiento y se toman muestras del medio ambiente en las cercanías de los componentes eléctricos y alrededor del equipo para determinar la concentración de vapores inflamables presentes.

Se toman muestras del medio ambiente a intervalos de 4 min; se toman cuatro muestras en funcionamiento normal y luego siete muestras después de que el equipo haya parado.

Si, después de la parada del equipo, la concentración de vapores inflamables se incrementa, debe continuarse tomando muestras cada 4 min hasta que la concentración empiece a disminuir.

Si es posible hacer funcionar de manera anormal el equipo con cualquiera de sus ventiladores sin funcionar, se simula esta condición durante la prueba de conformidad.

4.3.13 Radiación

4.3.13.1 Generalidades

Los equipos deben estar diseñados de manera que se reduzcan los riesgos de efectos dañinos de la radiación sobre las personas y los daños sobre materiales que afecten a la seguridad.

La conformidad se verifica por inspección y como se detalla en los incisos 4.3.13.2, 4.3.13.3, 4.3.13.4, 4.3.13.5 y 4.3.13.6 según sea apropiado.

4.3.13.2 Radiación ionizante

Para los equipos que generen radiación ionizante, la conformidad se verifica por la prueba del apéndice H.

4.3.13.3 Efectos de las radiaciones ultravioletas (UV) sobre los materiales

Los siguientes requisitos sólo se aplican a los equipos que contengan lámparas que produzcan una radiación UV significativa, esto es, que tengan una emisión

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

predominantemente en el espectro de 180 nm a 400 nm, según la especificación del fabricante de la lámpara.

NOTA: Las lámparas incandescentes y fluorescentes de uso general, con gabinetes de vidrio ordinario, no se considera que emitan una radiación UV significativa. Una lámpara que tiene como emisión de radiación predominante espectro UV de180 nm a 400 nm (como se especifica por el fabricante de la lámpara) y emite una irradiancia mayor que 0.001 W / m^2 , se considera para producir radiación "significativa".

Las partes no metálicas (por ejemplo, los **gabinetes** no metálicas y los materiales internos incluyendo el aislamiento de los cables y de los hilos) que se exponen a la radiación UV de una lámpara del equipo, deben ser lo suficientemente resistentes a la degradación para no afectar a la seguridad.

TABLA 4A.- Límites mínimos de retención de las propiedades después de la exposición UV

Partes a probar	Propiedad	Norma para el método de prueba	Retención mínima después de la prueba
Piezas que proporcionen soporte mecánico	Resistencia a la tracción [a] o Resistencia a la flexión [a b]	Véase el inciso P.6	70 %
		Véase el inciso P.8	70 %
Piezas que proporcionen resistencia al impacto	impacto Charpy [c] o impacto Izod [c] o impacto de tracción [c]	Véase el inciso P.9	70 %
		Véase el inciso P.2	70 %
		Véase el inciso P.1	70 %
Todas las partes	Clasificación de la inflamabilidad	Véase el inciso 1.2.12 y el apéndice A	Véase [d]

[a] Las pruebas de resistencia a la tracción y de resistencia a la flexión se han de llevar a cabo sobre muestras que no sean más delgadas que el espesor real.

[b] El lado de la muestra expuesto a la radiación UV ha de estar en contacto con los dos puntos de carga cuando se usa el método de los tres puntos de carga.

[c] Las pruebas llevadas a cabo sobre muestras de 3.0 mm de espesor para las pruebas de impacto Izod y de impacto de tracción y sobre muestras de 4.0 mm de espesor para la prueba de impacto Charpy se consideran representativos de otros espesores por debajo de 0.8 mm.

[d] La clasificación de inflamabilidad puede cambiar en tanto en cuando no caiga por debajo de la especificada en el capítulo 4.

La conformidad se verifica por examen de la construcción y de los datos disponibles relacionados con las características de la resistencia a la radiación UV de las partes expuestas a la radiación UV en el equipo. Si no se dispone de esos datos, las pruebas de la tabla 4A se llevan a cabo sobre las partes.

Las muestras tomadas de las partes o que constituyan un material idéntico, se preparan de acuerdo a la norma para la prueba a efectuar. Se acondicionan después de acuerdo al apéndice Y. Después de acondicionarlas, las muestras no deben mostrar signos de un deterioro significativo, como grietas o fisuras. A continuación se mantienen durante no

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

menos de 16 h y no más de 96 h a condiciones de temperatura ambiente, después de lo cual se prueban de acuerdo a la norma para la prueba aplicable.

Para probar el porcentaje de retención de las propiedades después de la prueba, las muestras que no se hayan acondicionado de acuerdo al apéndice Y se prueban al mismo tiempo que las muestras acondicionadas. La retención debe ser como la especificada en la tabla 4A.

4.3.13.4 Exposición del cuerpo humano a la radiación ultravioleta (UV)

Los requisitos siguientes se aplican sólo a equipos que contengan lámparas que produzcan una radiación UV significativa, que tenga una emisión predominantemente en el espectro de 180 nm a 400 nm según las especificaciones del fabricante de la lámpara.

NOTA: Las lámparas incandescentes y fluorescentes de uso general, con gabinetes de vidrio ordinario, no se considera que emitan una radiación UV significativa. . Una lámpara que tiene como emisión de radiación predominante espectro UV de180 nm a 400 nm (como se especifica por el fabricante de la lámpara) y emite una irradiancia mayor que 0.001 W / m^2 , se considera para producir radiación "significativa".

Equipo que produce una combinación de la luz visible y luz ultravioleta que sólo se emite a través de una lente de enfoque de vidrio que tiene una atenuación UV 90 % hasta 400 nm está exento si no hay otras aberturas a través de la cual se emite radiación visible.

NOTA: vidrio con un espesor de 2 mm por lo general cumple con este requisito.

Los equipos no deben emitir una radiación UV excesiva.

La radiación UV debe:

- estar contenida de forma adecuada dentro del gabinete de la lámpara de UV o el gabinete del equipo; o
- no exceder los límites adecuados dados en la norma indicada en el inciso P.39 del apéndice P.

Durante el funcionamiento normal, el límite aplicable es el que se aplica a una exposición de 8 h.

Para mantenimiento y operaciones de limpieza se permiten límites superiores durante periodos de tiempo limitados, si es necesario que la lámpara de UV esté encendida durante esas operaciones. Los límites aplicables son aquellos para los intervalos de tiempo esperados para esas operaciones, que deben estar establecidos en las instrucciones de **usuario** y en las instrucciones de mantenimiento.

Todas las cubiertas y puertas de acceso del **usuario** que, si se abrieran, permitan el acceso a emisiones mayores de las permitidas más arriba deben marcarse de alguna de las siguientes formas (véase también el inciso 1.7.12):

- "ATENCIÓN: APAGAR LA LÁMPARA DE UV ANTES DE ABRIR" o equivalente; o
- el símbolo o equivalente.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Para el marcado anterior se permite que esté al lado de una puerta o cubierta o en una puerta siempre que la puerta, esté fijada al equipo.

El marcado anterior no se requiere en una puerta o cubierta provista de un conmutador de **interruptor de seguridad** (véase el inciso 2.8) que desconecte la alimentación de la lámpara de UV cuando se abre la puerta o la cubierta o cualquier otro mecanismo que evite la radiación UV.

Si se usa el símbolo de la radiación UV sobre el equipo, deben aparecer juntos tanto el símbolo como un texto de aviso similar al marcado anterior en las instrucciones de **usuario** y de mantenimiento.

Si son accesibles emisiones superiores a las permitidas más arriba en una **zona de acceso para mantenimiento** y es necesario que el equipo permanezca alimentado mientras se realiza el mantenimiento, el equipo debe marcarse de alguna de las siguientes formas:

– "ATENCIÓN: UTILIZAR LAS PROTECCIONES CONTRA LA RADIACIÓN UV PARA LOS OJOS Y PARA LA PIEL DURANTE EL MANTENIMIENTO" o equivalente; o

– el símbolo o equivalente.

El marcado debe situarse donde sea fácilmente visible durante la operación de mantenimiento (véase también el inciso 1.7.12).

Si se usa el símbolo de la radiación UV sobre el equipo, deben aparecer juntos tanto el símbolo como un texto de aviso similar al marcado anterior en las instrucciones de mantenimiento.

La conformidad se verifica por inspección y si es necesario por medición.

La radiación UV se mide usando un espectrógrafo de barrido o un detector específico que tenga una respuesta espectral igual a la eficacia espectral relativa para la banda de UV.

La exposición a la radiación UV y la irradiancia efectiva durante el funcionamiento normal no deben exceder los límites de la norma indicada en el inciso P.39 del apéndice P para una exposición de 8 h.

La exposición a la radiación UV y la irradiancia efectiva durante el mantenimiento y las operaciones de limpieza no deben exceder los límites de la norma indicada en el inciso P.39 del apéndice P correspondientes a los tiempos de exposición establecidos para estas operaciones en las instrucciones pertinentes. La radiación máxima permitida es aquella que es aplicable durante 30 min de exposición.

NOTA: La radiación permitida aumenta en función de la reducción del tiempo de exposición.

Todas las puertas y cubiertas de acceso para el **usuario** y las partes como las lentes, filtros y similares que al abrirlas o retirarlas pudieran provocar un incremento de la radiación UV, deben abrirse o retirarse durante las mediciones, a menos que vengan provistas de un conmutador **interruptor de seguridad** que desconecte la potencia de la lámpara de UV o cualquier otro mecanismo que evite la radiación UV.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

NOTA: Para guía sobre las técnicas de medida, véase la publicación indicada en el inciso P.40 del apéndice P.

4.3.13.5 Láseres (incluidos los diodos láser) y LEDs

4.3.13.5.1 Láseres (incluidos los diodos láser)

A excepción de lo permitido a continuación, los equipos deben clasificarse y etiquetarse de acuerdo con la NMX-I-271-01-NYCE y las normas indicadas en los incisos P.42 y P.43 del apéndice P según sea aplicable.

Los equipos que inherentemente son productos láser de Clase I, es decir, equipos que no contienen ni láser ni diodo láser de un número de clase superior, no se requiere que tengan una etiqueta de advertencia láser u otra indicación láser.

Los datos para un láser o un diodo láser deben confirmar que estos componentes cumplen con el Límite de Emisión Accesible (LEA) para la Clase I cuando se miden de acuerdo a la NMX-I-271-01-NYCE, para aplicar la excepción anterior. Los datos pueden obtenerse del fabricante del componente (véase el inciso 1.4.15) y pueden referirse al componente solo o al componente en la aplicación a la que está destinada dentro del equipo. Los láseres o los diodos láser deben producir radiación únicamente en la banda de longitud de onda de 180 nm a 1 mm.

La conformidad se verifica mediante inspección por la evaluación de los datos facilitados por el fabricante y en su caso, por las pruebas de acuerdo con la NMX-I-271-01-NYCE.

4.3.13.5.2 Diodos emisores de luz (LEDs)

Los equipos que contienen LEDs que producen radiación óptica en exceso de los límites especificados en la norma indicada en el inciso P.44 del apéndice P en el intervalo de longitud de onda de 200 nm a 3 000 nm según lo especificado por el fabricante de la lámpara, debe estar provisto de medios (por ejemplo, un dispositivo de seguridad, barreras, guardias o los equivalente) para reducir la probabilidad de que en zonas accesibles al **usuario** la radiación óptica supere los límites especificados en la norma indicada en el inciso P.44 del apéndice P. Aplicaciones de baja potencia de LED no necesitan cumplir con la norma indicada en el inciso P.44 del apéndice P.

NOTA: Ejemplos de aplicaciones de baja potencia de los LEDs que normalmente cumplen son los que se usan como:

- luces de indicación;
- dispositivos infrarrojos como los usados en dispositivos de entretenimiento doméstico;
- dispositivos infrarrojos para transmisión de datos como los que se usan entre computadoras y periféricos;
- optoacopladores; y
- otros dispositivos similares de baja potencia.

La conformidad se verifica mediante la evaluación de las hojas de datos disponibles, mediante inspección y en su caso, por medición.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

NOTA: Para obtener orientación sobre las técnicas de medición, véase la norma indicada en el inciso P.44 del apéndice P.

4.3.13.6 Otros tipos

Para otros tipos de radiación, la conformidad se verifica por inspección.

4.4 Protección contra partes móviles peligrosas

4.4.1 Generalidades

A excepción de las aspas del ventilador, las partes móviles peligrosas de los equipos (es decir, partes móviles que tengan el potencial de causar lesiones) deben estar dispuestas, encerradas o protegidas de manera que se proporcione la protección adecuada contra el riesgo de daños personales. Las aspas del ventilador son evaluadas de acuerdo con el inciso 4.4.5.

Los **interruptores térmicos de restablecimiento automático** o los dispositivos de protección contra sobre corrientes, los temporizadores de comienzo automático, etc., no deben estar incorporados si un restablecimiento inesperado pudiera crear un peligro.

La conformidad se verifica por inspección y según se detalla en los incisos 4.4.2, 4.4.3 y 4.4.4.

4.4.2 Protección en áreas de acceso del operador

En un **área de acceso del operador**, la protección debe proporcionarse por una construcción adecuada que reduzca la posibilidad de acceso a las partes móviles peligrosas o situando las partes móviles en un gabinete provisto de **interruptores de seguridad** mecánicos o eléctricos que eliminen el peligro cuando se realiza el acceso. Las trituradoras deben cumplir con el apéndice EE.

Cuando no sea posible ser totalmente conforme con los requisitos de acceso anteriores y al mismo tiempo permitir el funcionamiento de los equipos según lo previsto, se permite el acceso siempre que:

- la parte móvil peligrosa esté directamente involucrada en el proceso (por ejemplo, partes móviles de una cortadora de papel); y
- el peligro asociado con la parte sea obvio para el **operador**; y
- se tomen medidas adicionales como sigue:
  - se debe proporcionar una indicación en las instrucciones de funcionamiento y se debe fijar un marcado al equipo, que contenga lo siguiente o similar:

ATENCIÓN
PARTES MÓVILES PELIGROSAS
MANTENER ALEJADOS LOS DEDOS Y OTRAS PARTES DEL CUERPO

  - cuando exista la posibilidad de que los dedos, joyas, ropa, etc., puedan ser atrapados en las partes móviles, se deben proporcionar los medios para permitir que el **operador** pare la parte móvil.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

El anterior anuncio de aviso y cuando proceda, los medios proporcionados para parar la parte móvil, deben situarse en un lugar destacado, fácilmente visible y accesible desde el punto donde el riesgo de lesiones sea mayor.

La conformidad se verifica por inspección y si es necesario, por la prueba con el dedo de prueba de la figura 2A (véase el inciso 2.1.1.1), después de retirar las partes desmontables por el **operador** y con las puertas y cubiertas accesibles al **operador** abiertas.

A menos que se hayan tomado medidas adicionales tal y como se especifica arriba, no debe ser posible tocar partes móviles peligrosas con el dedo de prueba, aplicado sin fuerza apreciable en cada posición posible.

Las aberturas que impidan la entrada del dedo de prueba de la figura 2A (véase el inciso 2.1.1.1) se prueban por medio de una versión rígida y sin articulación del dedo de prueba aplicada con una fuerza de 30 N. Si el dedo rígido entra, se repite la prueba con el dedo de prueba de la figura 2A (véase el inciso 2.1.1.1), excepto que el dedo se empuja a través de la abertura utilizando cualquier fuerza necesaria hasta 30 N.

4.4.3 Protección en zonas de acceso restringido

Para equipos a instalar en **zonas de acceso restringido**, se aplican los requisitos y criterios para la conformidad del inciso 4.4.2 para las **zonas de acceso del operador**.

4.4.4 Protección en zonas de acceso para mantenimiento

En una **zona de acceso para mantenimiento**, se debe proporcionar protección tal que sea poco probable el contacto accidental con partes móviles peligrosas durante las operaciones de mantenimiento que involucren otras partes del equipo.

La conformidad se verifica por inspección.

4.4.5 Protección contra las aspas del ventilador

4.4.5.1 General

El equipo debe estar construido de manera que la probabilidad de lesiones por las aspas del ventilador sea minimizado.

La probabilidad de lesiones por las aspas del ventilador se determina calculando el factor K para cada aspa del ventilador, donde el factor K es igual a:

$$K = 6 \times 10^{-7} (m\ r^2\ N^2)$$

Donde:

m es la masa (kg) de la parte móvil del juego de piezas del ventilador (cuchilla, eje y rotor);

r es el radio (mm) del aspa del ventilador, desde la línea central del motor (eje) a la punta de la zona externa probable a ser tocada;

N es la velocidad de rotación (r / min) de las aspas del ventilador.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

La clasificación de las aspas del ventilador con respecto a su capacidad para causar lesiones es la siguiente:

a) un aspa del ventilador en movimiento no se considera probable que cause dolor o lesiones si:

$$\frac{\text{r/min}}{15000} + \frac{\text{factor K}}{2400} \leq 1$$

b) se considera probable que un aspa del ventilador en movimiento cause dolor, pero no se considera probable que cause lesiones si:

$$\frac{\text{r/min}}{22000} + \frac{\text{factor K}}{3600} \leq 1$$

c) una aspa de ventilador en movimiento que no cumpla con los inciso a) o b) anteriores se considera que probablemente cause un daño.

4.4.5.2 Protección para usuarios

Un aspa del ventilador en movimiento clasificado en a) del inciso 4.4.5.1 puede estar situada en una **zona de acceso del operador**. Bajo condiciones de falla, un aspa del ventilador en movimiento clasificado como a) del inciso 4.4.5.1 puede llegar a los límites permitidos por un aspa del ventilador en movimiento clasificado como b) del inciso 4.4.5.1

Un aspa del ventilador en movimiento clasificado como b) del inciso 4.4.5.1 no se encuentra en una **zona de acceso del operador** durante el funcionamiento normal. En condiciones de falla, un aspa del ventilador en movimiento clasificado como b) 4.4.5.1 debe mantenerse dentro de los límites de b) del inciso 4.4.5.1. Si tal aspa de ventilador en movimiento es accesible sólo durante el mantenimiento del **usuario**, a continuación, se proporcionará una advertencia de acuerdo con lo siguiente.

O bien el símbolo o un símbolo similar, combinado con el signo en forma de triángulo de advertencia, la siguiente declaración o un texto similar se utilizan:

ADVERTENCIA Riesgo de partes móviles Manténgase lejos de las aspas del ventilador

Un aspa del ventilador en movimiento clasificado como c) del inciso 4.4.5.1 dispuesta, situada, cerrada o protegida por lo que la posibilidad de contacto con las partes móviles del ventilador es poco probable durante el mantenimiento del **usuario**, debe estar proporcionar una advertencia según se especifica anteriormente.

Durante las condiciones de mantenimiento de **usuario**, el equipo de protección contra el acceso a un aspa del ventilador en movimiento clasificado como b) o c) del inciso 4.4.5.1 debe ser anulado o desviado para llevar a cabo el mantenimiento, previamente se proporcionan instrucciones para desconectar la fuente de alimentación para anular o desviar

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

los medios de protección del equipo y para restaurar la protección del equipo antes de volver a conectar.

4.4.5.3 Protección para personal de mantenimiento

No se requiere equipo protector de las aspas del ventilador para la protección del personal de mantenimiento.

Durante el mantenimiento en zonas donde posiblemente **personal de mantenimiento** contacte accidentalmente un aspa del ventilador en movimiento clasificado como c) del inciso 4.4.5.1, se proporciona una marca de conformidad con el inciso 4.4.5.2 para identificar la ubicación de las aspas del ventilador en movimiento junto con cualquier instrucción necesaria para el personal de servicio para evitar el contacto con las aspas del ventilador en marcha.

4.5 Requisitos térmicos

4.5.1 Generalidades

El inciso 4.5 especifica los requisitos previstos para impedir:

- que partes que puedan tocarse superen ciertas temperaturas; y
- que componentes, partes, aislamientos y materiales plásticos superen temperaturas que puedan degradar las propiedades eléctricas, mecánicas u otras durante la utilización normal a lo largo de la vida esperada del equipo.

Debe tomarse en consideración el hecho de que, a largo plazo, las propiedades mecánicas y eléctricas de ciertos materiales aislantes (véase el inciso 2.9.1) pueden verse afectados negativamente (por ejemplo, plastificantes que se evaporan a temperaturas inferiores a las usuales de reblandecimiento de los materiales).

Durante las pruebas del inciso 4.5.2, los amplificadores de audio se hacen funcionar de acuerdo con el inciso 4.2.4 de la Norma Mexicana NMX-I-062-NYCE.

4.5.2 Pruebas de temperatura

Los materiales utilizados en los componentes y en la construcción de los equipos deben seleccionarse de manera que en funcionamiento bajo **carga normal**, las temperaturas no superen valores de seguridad en el sentido de esta Norma Mexicana.

Los componentes que trabajen a alta temperatura deben protegerse o separarse de manera eficaz para evitar el sobrecalentamiento de los materiales y componentes cercanos.

La conformidad se verifica por inspección de las hojas de datos de los materiales y determinando y registrando las temperaturas. Los equipos o partes de los equipos se hacen funcionar bajo **carga normal** teniendo en cuenta los requisitos del inciso 1.4.5, hasta que la temperatura se ha estabilizado. Para los límites de la temperatura véanse los incisos 4.5.3 y 4.5.4.

NOTA: Véanse también los incisos 1.4.4, 1.4.10, 1.4.12 y 1.4.13.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Se permite probar componentes y otras partes independientemente siempre que se sigan las condiciones de prueba aplicables a los equipos.

Los equipos destinados a incorporarse o a montarse en armarios o que se incorporen en equipos más grandes, se prueban bajo las condiciones reales o simuladas más adversas que se permitan en las instrucciones de instalación.

La temperatura del aislamiento eléctrico (distinta de la de los devanados, véase el inciso 1.4.13) cuya falla pudiera crear un peligro, se mide en la superficie del aislamiento en un punto cercano a la fuente de calor, (véase la nota de la tabla 4B). Durante el prueba:

- no deben funcionar los **interruptores térmicos** y dispositivos de protección contra sobre corrientes;
- se permite funcionar a los **termostatos**, siempre que no interrumpan el funcionamiento normal del equipo;
- se permite funcionar a los **limitadores de temperatura**;
- no deben fluir, si los hay, los materiales de sellado.

4.5.3 Límites de temperatura para los materiales

La temperatura de materiales y componentes no debe superar los valores mostrados en la tabla 4B.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 4B.- Límites de temperatura

Parte	Temperatura máxima ($T_{máx.}$) ºC
Aislamiento, incluyendo aislamiento de devanados – de material de clase 105 (A) – de material de clase 120 (E) – de material de clase 130 (B) – de material de clase 155 (F) – de material de clase 180 (H) – de material de clase 200 – de material de clase 220 – de material de clase 250	 100 a b c 115 a b c 120 a b c 140 a b c 165 a b c 180 a b 200 a b 225 a b
Caucho sintético o aislamiento de PVC de cableado interno y externo, incluyendo cables de alimentación: – sin marcado de temperatura – con marcado de temperatura	 75 d El marcado de temperatura
Otro aislamiento termoplástico	Véase e
Terminales, incluyendo terminales de puesta a tierra para conductores de tierra externos de puesta a tierra de EQUIPOS FIJOS, a menos que lleven un CABLE DE ALIMENTACIÓN NO DESMONTABLE	85
Partes en contacto con un líquido inflamable	Véase el inciso 4.3.12
Componentes	Véase el inciso 1.5.1

a Si la temperatura de un devanado se determina mediante termopares, estos valores se reducen 10 ºC, excepto en el caso de:

- un motor, o
- un devanado con termopares incorporados.

b Para cada material, se deben tener en cuenta los datos para ese material con el fin de determinar la temperatura máxima apropiada.

c Las designaciones A a H, asignadas inicialmente en la Norma Mexicana NMX-J-640-ANCE a las clases de temperatura 105 a 180, se dan entre paréntesis.

d Si no hay marcado en el cable, se considera aceptable el marcado en la bobina del cable o la característica de temperatura asignada por el fabricante del cable.

e Debido a su gran variedad, no es posible especificar temperaturas máximas permitidas para materiales termoplásticos. Éstos deben satisfacer las pruebas especificadas en el inciso 4.5.5.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

4.5.4 Límites de temperatura de contacto

Las temperaturas de las partes accesibles en las **zonas de acceso del operador** no deben superar los valores mostrados en la tabla 4C.

TABLA 4C.- Límites de temperatura de contacto

Partes en ÁREAS DE ACCESO DEL OPERADOR	Temperatura máxima ($T_{máx.}$) ºC		
	Metal	Vidrio, porcelana y material vítreo	Plástico y caucho [b]
Mangos, asas, manijas, etc., que se agarran o tocan durante periodos cortos solamente	60	70	85
Mangos, asas, manijas, etc., que se agarran o tocan continuamente en utilización normal	55	65	75
Superficies externas de los equipos que pueden tocarse [a]	70	80	95
Superficies dentro de los equipos que pueden tocarse [c]	70	80	95

[a] Se permiten temperaturas de hasta 100 ºC en las siguientes partes:

– áreas en la superficie exterior de los equipos que no tengan dimensiones superiores a 50 mm, y que no sea probable tocar en funcionamiento normal; y

– una parte del equipo que necesite calor para su función prevista (por ejemplo, un plastificador), siempre que esta condición sea obvia para el USUARIO. Debe marcarse una advertencia sobre el equipo en un lugar claro junto a la parte caliente. La advertencia debe ser:

- el símbolo:
- o el siguiente mensaje o similar:

ATENCIÓN
SUPERFICIE CALIENTE
NO TOCAR

[b] Para cada material, se debe tener en cuenta los datos para ese material para determinar la temperatura máxima adecuada.

[c] Se permiten temperaturas que superen los límites siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

– es poco probable el contacto accidental con esa parte;

– la parte tiene un marcado indicando que está caliente. Se permite utilizar el símbolo para proporcionar esta información.

Para equipos destinados a instalarse en una **zona de acceso restringido**, se aplican los límites de temperatura de la tabla 4C, excepto que para partes metálicas externas que estén claramente diseñadas como disipadores de calor o que tengan un letrero visible se permite una temperatura de 90 ºC.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

4.5.5 Resistencia al calor anormal

Las partes termoplásticas sobre las cuales se monten directamente partes a **tensión peligrosa** deben ser resistentes al calor anormal.

La conformidad se verifica sometiendo la parte a la prueba de presión de bola según la Norma Mexicana NMX-J-565/10-2-ANCE. La prueba no se realiza si del examen de las características físicas del material resulta claro que cumplirá los requisitos de esta prueba.

La prueba se realiza en una cabina calefactora a una temperatura de ($T - T_{amb} + T_{ma} + 15$ ºC) ± 2 ºC.

Sin embargo, una parte termoplástica que sostenga partes en un **circuito primario** se prueba a un mínimo de 125 °C.

Los significados de T, T_{ma} y T_{amb} se dan en el inciso 1.4.12.1.

4.6 Aberturas en gabinetes

NOTAS:

1) Los incisos 4.6.1 y 4.6.2 no se aplican a **equipos transportables**. El inciso 4.6.4 se aplica únicamente a **equipos transportables**.

2) Los requisitos adicionales para las aberturas en **gabinetes** están en el inciso 2.1.1.

4.6.1 Aberturas superiores y laterales

Para equipos destinados a utilizarse en más de una orientación (véase el inciso 1.3.6), los requisitos del inciso 4.6.1 se aplica en cada orientación apropiada.

Las aberturas en la parte superior y los laterales de los **gabinetes**, excepto para los **gabinetes** de **equipos transportables** (véase el inciso 4.6.4), deben situarse o construirse de manera que es poco probable que se introduzcan objetos y creen peligros al contactar con partes conductoras desnudas.

NOTA: Los peligros incluyen los de energía y aquellos creados al puentear el aislamiento o por acceso del **operador** a partes a **tensión peligrosa** (por ejemplo, a través de joyas metálicas).

No se requiere conformidad en las aberturas situadas detrás de puertas, paneles, cubiertas, etc., que pueda abrir o retirar un **operador**, siempre que las aberturas del equipo sean conformes con las puertas, paneles y cubiertas cerradas o en su sitio.
Si una de las parte laterales de un gabinete **contra el fuego** cae dentro del área delimitada por el ángulo 5º en la figura 4E, las limitaciones del inciso 4.6.2 en cuanto al tamaño de las aberturas en la parte inferior de **gabinetes contra el fuego** también se aplican a esta porción del lateral.

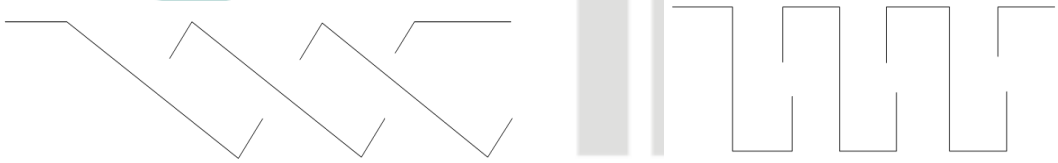
La conformidad se verifica por inspección y medición. Excepto para aquella partes laterales de un gabinete **contra el fuego** que esté sometida a los requisitos del inciso 4.6.2 (véase el párrafo anterior), se considera que satisface cualquiera de los requisitos siguientes (no se excluyen otras construcciones):

– aberturas que no superen 5 mm en cualquier dimensión;

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- aberturas que no superen 1 mm en ancho con independencia de su longitud;
- aberturas superiores en las que se impide el acceso vertical (véanse los ejemplos de la figura 4B);
- aberturas laterales provistas de rejillas que están diseñadas para desviar hacia fuera un externo que caiga verticalmente (véanse los ejemplos de la figura 4C);
- aberturas superiores o laterales, como las mostradas en la figura 4D, que no están situadas verticalmente, o dentro de un volumen V delimitado por una proyección vertical 5º hasta el tamaño de la abertura L, sobre partes conductoras desnudas:
    - a **tensión peligrosa**, o
    - que presenten un peligro de energía en el sentido del inciso 2.1.1.5.

NOTA: Los ejemplos de las figuras 4B, 4C, 4D y 4E no están destinados a utilizarse como planos de ingeniería pero se muestran únicamente para ilustrar la finalidad de estos requisitos.



Aberturas inclinadas Aberturas verticales

FIGURA 4B.- Ejemplos de secciones transversales de diseños de aberturas que impiden el acceso vertical

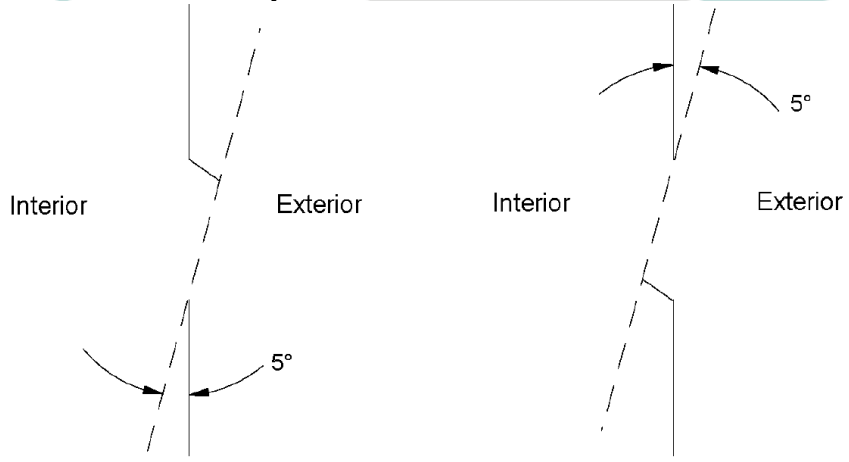
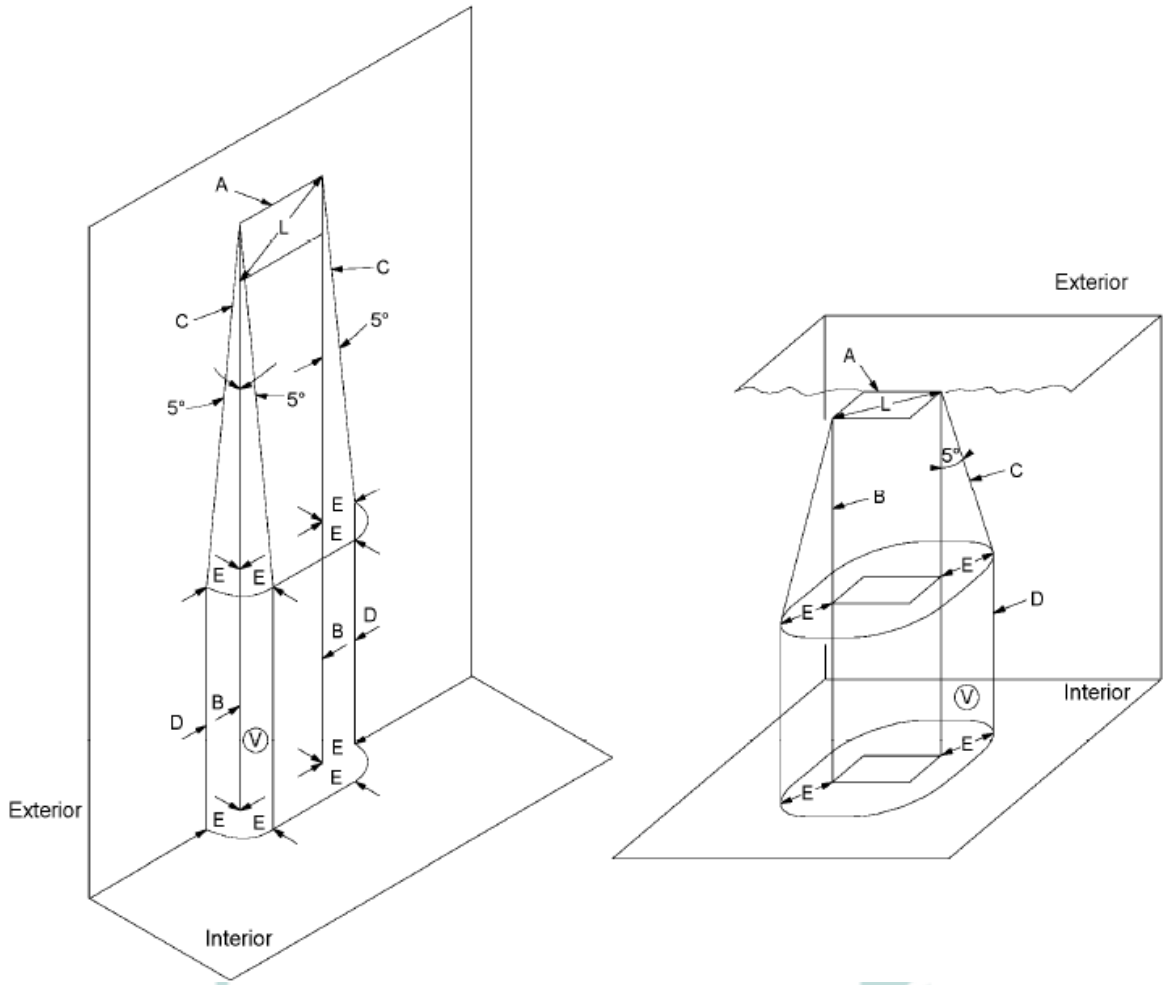


FIGURA 4C.- Ejemplos de diseño de rejilla

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



A Abertura del gabinete.

B Saliente vertical de los bordes exteriores de la abertura.

C Líneas inclinadas que se proyectan con un ángulo de 5° desde los bordes de la abertura a los puntos situados una distancia E desde B.

D Línea proyectada directamente hacia abajo en el mismo plano que la pared lateral del gabinete.

E Proyección del borde exterior de la abertura (B) y de la línea inclinada (C) (que no debe ser mayor que L).

L Máxima dimensión de la abertura del gabinete.

V Volumen en el cual no están situadas las partes vivas a **tensión peligrosa** o que sean peligros de energía (véase el inciso 4.6.1).

FIGURA 4D.- Aberturas en el gabinete

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

4.6.2 Partes inferiores de gabinetes contra el fuego

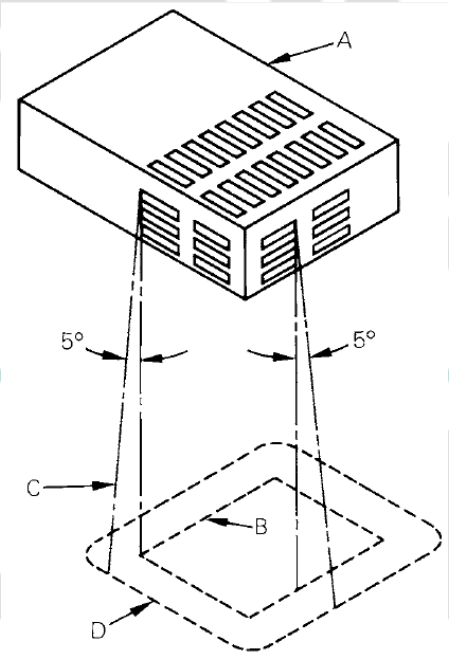
Para equipos destinados a utilizarse en más de una orientación (véase el inciso 1.3.6), los requisitos del inciso 4.6.2 se aplican en cada orientación apropiada.

La parte inferior de un gabinete **contra el fuego** (excepto para el gabinete **contra el fuego** de un **equipo transportable**) o barreras individuales, debe proporcionar protección bajo todas las partes internas, incluyendo componentes o montajes parcialmente encerrados que, bajo condiciones de falla, pudieran emitir material susceptible de inflamar la superficie que lo soporta.

NOTA: Véase el inciso 4.7.2.2 para partes que no requieren un gabinete **contra el fuego**.

La parte inferior o barrera debe situarse tal y como se indica en la figura 4E, sin ser inferior en superficie, ser horizontal y labiado o con una forma que proporcione una protección equivalente.

Una abertura en la parte inferior debe estar protegida por un deflector, pantalla u otro medio equivalente de manera que sea poco probable que el metal fundido y el material ardiendo caigan fuera del gabinete **contra el fuego**.



A La porción de un componente bajo el cual se requiere un gabinete **contra el fuego**, por ejemplo, debajo de aquellas aberturas en un componente o conjunto a través del cual podrían emitirse partículas en llamas. Si el componente o conjunto no tiene su propia **gabinete contra el fuego**, el área a proteger es el área entera ocupada por el componente o conjunto.

B El contorno del área de A proyectada verticalmente hacia abajo sobre el plano horizontal del punto más bajo del gabinete **contra el fuego**.

C Línea inclinada que delimita un contorno D sobre el mismo plano que B. Moviéndose alrededor del perímetro del contorno B, esta línea se proyecta con un ángulo de 5º

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

desde la vertical en cada punto alrededor del perímetro de las aberturas en A y está orientado para abarcar el área mayor.

D Contorno mínimo del fondo del gabinete **contra el fuego**. Se considera también parte de la zona inferior del gabinete **contra el fuego**, una porción de la parte lateral de un gabinete **contra el fuego** que esté dentro del área delimitada por el ángulo de 5º.

FIGURA 4E.- Zona inferior típica de un gabinete contra el fuego en un componente o conjunto parcialmente encerrado

Los requisitos del inciso 4.6.2 no se aplican a **equipos fijos** destinados únicamente para uso en **zonas de acceso restringido** y a montar sobre un suelo de cemento u otras superficies no combustibles. Dichos equipos deben marcarse como sigue:

DESTINADO ÚNICAMENTE PARA MONTAJE SOBRE CEMENTO U OTRA SUPERFICIE NO COMBUSTIBLE

La conformidad se verifica por inspección y cuando sea necesario, por la prueba del capítulo A.3.

Se considera que satisfacen los requisitos sin prueba las construcciones siguientes:

- ausencia de aberturas en la zona inferior de un gabinete **contra el fuego**;
- aberturas de cualquier tamaño en la zona inferior bajo una barrera interna, pantalla o similar, que por sí misma cumpla con los requisitos para un gabinete **contra el fuego**, véase también el inciso 4.2.1;
- aberturas en la zona inferior, cada una sin exceder 40 mm^2, bajo componentes y partes que cumplan los requisitos para **material de clase V-1**, para **material de espuma de clase HF-1** o bajo pequeños componentes que satisfagan la prueba de flama de aguja de la Norma Mexicana NMX-J-565/11-5-ANCE, usando una duración de aplicación de la flama de 30 s;
- construcción de placa deflectora tal y como se muestra en la figura 4F;
- fondos metálicos de **gabinetes contra el fuego** conformes con los límites dimensionales de cualquier línea en la tabla 4D;
- pantallas de fondo metálico con una malla de aberturas nominales no mayores de 2 mm entre líneas de centro y con diámetros de cable no menores de 0.45 mm.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

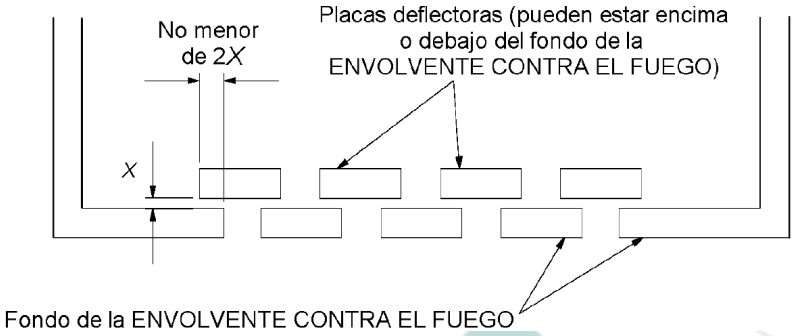


FIGURA 4F.- Construcción de placa deflectora

TABLA 4D.- Tamaño y espaciado de aberturas en fondos metálicos de gabinetes contra el fuego

Aplicable a orificios circulares			Aplicable a aberturas no circulares	
Espesor mínimo del fondo metálico mm	Diámetro máximo de los orificios mm	Espaciado mínimo entre centros de orificios mm	Área máxima mm^2	Espaciado mínimo entre bordes de aberturas mm
0.66	1.1	1.7	1.1	0.56
0.66	1.2	2.3	1.2	1.1
0.76	1.1	1.7	1.1	0.55
0.76	1.2	2.3	1.2	1.1
0.81	1.9	3.1	2.9	1.1
0.89	1.9	3.1	2.9	1.2
0.91	1.6	2.7	2.1	1.1
0.91	2.0	3.1	3.1	1.2
1.0	1.6	2.7	2.1	1.1
1.0	2.0	3.0	3.2	1.0

4.6.3 Puertas o cubiertas en gabinetes contra el fuego

Si parte de un gabinete **contra el fuego** consiste en una puerta o cubierta que lleva a una **zona de acceso del operador**, debe ser conforme con uno de los siguientes requisitos:

– la puerta o cubierta debe estar enclavada para ser conforme con los requisitos del inciso 2.8;

– una puerta o cubierta, destinada a que la abra habitualmente el **operador**, debe ser conforme con las dos condiciones siguientes:

- no debe ser posible para el **operador** retirarla de otras partes del gabinete **contra el fuego**; y

- debe estar provista de un dispositivo para mantenerla cerrada durante el funcionamiento normal;

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

se permite que una puerta o cubierta destinada únicamente a utilización ocasional por el **operador**, como para la instalación de accesorios, sea retirable siempre que las instrucciones del equipo incluyan indicaciones para el correcto desmontaje y reinstalación de la puerta o cubierta.

La conformidad se verifica por inspección.

4.6.4 Aberturas en equipos transportables

El riesgo de ignición causado por pequeños objetos metálicos, tales como grapas o clips, que se muevan por el interior de **equipos transportables** durante el transporte debe reducirse por medidas para minimizar la posibilidad de que dichos objetos entren en el equipo y puenteen partes conductoras desnudas que puedan resultar en un peligro de incendio. Excepto en lo requerido en el inciso 4.6.4.3 tales medidas no son necesarias para las partes conductoras desnudas entre las cuales la potencia no esté limitada de acuerdo con el inciso 2.5.

NOTA: Los requisitos anteriores sólo se aplican a las partes conductoras desnudas. Las partes conductoras cubiertas de un revestimiento no se consideran partes conductoras desnudas.

La conformidad se verifica de acuerdo con los incisos 4.6.4.1, 4.6.4.2 y 4.6.4.3 según sea apropiado. Durante la inspección y las pruebas, todas las puertas o cubiertas están cerradas o en su lugar y los dispositivos o conjuntos periféricos, tales como lectores de discos, baterías o pilas, etc., se instalan como está destinado.

4.6.4.1 Medidas del diseño de la construcción

Ejemplos de medidas del diseño de la construcción aceptables son:

- proporcionar aberturas que no superen 1 mm en ancho con independencia de su longitud; o
- proporcionar una pantalla que tenga una malla con aberturas que no superen los 2 mm entre líneas de centros y construida con una rosca o cable de diámetro no menor de 0.45 mm; o
- proporcionar barreras internas; u
- otros medios equivalentes de construcción.

NOTA: Las pantallas proporcionadas para limitar la entrada de pequeños objetos forman parte del gabinete y los requisitos del inciso 4.7 para **gabinetes contra el fuego** pueden aplicarse, véase también el inciso 1.3.6.

La conformidad se verifica por inspección y medición y si fuera necesario, por simulación de la entrada de objetos que pudiera puentear partes conductoras desnudas.

4.6.4.2 Medidas de evaluación para aberturas grandes

Se permiten aberturas mayores de las especificadas en el inciso 4.6.4.1 (véase también el inciso 2.1.1.1), siempre que la prueba de falla se realice para simular el puenteado a lo largo de un camino recto directo entre las partes conductoras desnudas (para partes metálicas, véase el inciso 4.6.4.3) situadas a menos de 13 mm las unas de las otras en todas las zonas del interior del equipo que no necesiten cumplir los criterios del inciso 4.6.4.1.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

La conformidad se verifica por inspección, medición y por simulación de la prueba de falla. El puenteado se considera que existe entre partes conductoras desnudas que puedan ponerse en contacto simultáneamente utilizando un objeto metálico recto, de 1 mm de diámetro y que tenga una longitud de hasta 13 mm, aplicada sin fuerza apreciable. Durante las pruebas de falla, no debe producirse ignición de ningún material no metálico ni emitirse metal fundido.

4.6.4.3 Utilización de partes metálicas

Cuando existan partes metálicas de una barrera o **gabinete** plástico dentro de 13 mm de partes de circuitos donde la potencia disponible sea mayor que 15 VA, se aplica uno de los siguientes requisitos a) o b) o c):

a) el acceso por un objeto metálico extraño debe estar limitado de acuerdo con el inciso 3.6.4.1, incluso cuando la potencia disponible cumpla los límites del inciso 2.5; o

b) debe existir una barrera entre las partes conductoras desnudas y la barrera metálica o el gabinete; o

c) la prueba de falla debe llevarse a cabo para simular un puenteado a lo largo de un camino directo entre una parte conductora desnuda y la parte metalizada de una barrera o **gabinete** más cercana que esté a menos de 13 mm de una parte conductora desnuda.

NOTA: Los ejemplos de barreras o **gabinetes** plásticos metalizados incluyen aquellas hechas de materiales compuestos conductores o que estén recubiertas mediante electrólisis, depósito en vacío, pintura o lámina.

La conformidad se verifica por inspección, por medición y cuando sea apropiado, por prueba. Si se lleva a cabo una prueba de falla simulado, no debe producirse ignición de la barrera o **gabinete** metalizado.

4.6.5 Adhesivos para propósitos constructivos

Si se fija con adhesivo al interior de un gabinete u otras partes dentro del gabinete una barrera o pantalla proporcionada para ser conforme con los incisos 4.6.1, 4.6.2 o 4.6.4, el adhesivo debe tener propiedades de enlace de protección adecuadas a lo largo de toda la vida del equipo.
La conformidad se verifica por examen de la construcción y de los datos disponibles. Si dichos datos no están disponibles, la conformidad se verifica por las pruebas siguientes.

Se evalúa una muestra del equipo o una parte del gabinete con la barrera o pantalla fijada, poniendo la muestra con la barrera o pantalla situada debajo.

Se acondiciona la muestra en un horno a una de las siguientes temperaturas para los tiempos especificados:

100 ºC ± 2 ºC durante una semana; o
90 ºC ± 2 ºC durante tres semanas; o
82 ºC ± 2 ºC durante ocho semanas.

Al finalizar el acondicionamiento térmico, se somete la muestra a lo siguiente:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Retirar la muestra del horno y dejarla a una temperatura cualquiera entre 20 ºC y 30 ºC durante 1 h;

- poner la muestra en un congelador a – 40 ºC ± 2 ºC durante 4 h;
- retirar y dejar la muestra a una temperatura conveniente cualquiera entre 20 ºC y 30 ºC durante 8 h;
- poner la muestra en una cabina con una humedad relativa entre el 91 % y el 95 % durante 72 h;
- retirar la muestra y dejarla a una temperatura conveniente cualquiera entre 20 ºC y 30 ºC durante 1 h;
- poner la muestra en un horno a la temperatura escogida para el acondicionamiento térmico durante 4 h;
- retirar la muestra y dejar que alcance una temperatura conveniente cualquiera entre 20 ºC y 30 ºC durante 8 h.

Se somete inmediatamente después la muestra a las pruebas del inciso 4.2 como sea aplicable. La barrera o pantalla no debe caerse o separarse parcialmente como resultado de estas pruebas.

Se permite, con el consentimiento del fabricante, aumentar cualquiera de los tiempos anteriormente indicados.

4.7 Resistencia al fuego

Este inciso especifica los requisitos destinados a reducir el riesgo de ignición y la propagación de la flama, ambos dentro del equipo y hacia el exterior, mediante el uso de materiales, componentes apropiados y mediante una construcción apropiada.

NOTAS:

1) El riesgo de ignición se reduce limitando la máxima temperatura de los componentes bajo condiciones normales de funcionamiento y después de una falla (véase el inciso 1.4.14) o limitando la potencia disponible en un circuito.

2) La propagación de la flama en caso de ignición se reduce mediante el uso de materiales retardantes de la flama y mediante aislamiento o proporcionando la separación adecuada.

3) Para ver una clasificación de los materiales con respecto a la inflamabilidad, véanse las notas del inciso 1.2.12.1.

Debe considerarse que son conformes sin prueba los metales, materiales cerámicos y el vidrio.

4.7.1 Reducción del riesgo de ignición y propagación de la flama

Para equipos o una porción de ellos, hay dos métodos alternativos para proporcionar protección contra la ignición y la propagación de la flama que podría afectar a los materiales,

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

cableado, componentes bobinados y componentes electrónicos tales como circuitos integrados, transistores, tiristores, diodos, resistencias y capacitores.

Método 1 – Selección y aplicación de componentes, cableado y materiales que reducen la posibilidad de ignición y propagación de la flama y cuando sea necesario, mediante el uso de un gabinete **contra el fuego**. Los requisitos apropiados se detallan en los incisos 4.7.2 y 4.7.3. También se aplican las fallas simulados del inciso 5.3.7, excepto por el inciso 5.3.7 c), cuando se utilice este método.

NOTA: El método 1 puede ser preferible para equipos o para la porción de equipos con un gran número de componentes electrónicos.

Método 2 – Aplicación de todas las pruebas de falla simulada del inciso 5.3.7. Cuando se utilice exclusivamente el método 2 no se requiere un gabinete **contra el fuego**. En particular, se aplica el inciso 5.3.7 c), que incluye la prueba de todos los componentes aplicables en los **circuitos primarios** y en los **circuitos secundarios**.

NOTA: El método 2 puede ser preferible para equipos o para la porción de equipos con un pequeño número de componentes electrónicos.

4.7.2 Condiciones para un gabinete contra el fuego

Se requiere un gabinete **contra el fuego** cuando las temperaturas de las partes bajo condiciones de falla pudieran ser suficientes para la ignición.

4.7.2.1 Partes que requieren un gabinete contra el fuego

Excepto cuando se utilice exclusivamente el método 2 del inciso 4.7.1 o cuando se permita en el inciso 4.7.2.2, se considera que las siguientes partes tienen riesgo de ignición y por tanto, requieren un gabinete **contra el fuego**:

- componentes en **circuitos primarios**;
- componentes en **circuitos secundarios** alimentados por fuentes de alimentación que excedan los límites especificados en el inciso 2.5;
- componentes en **circuitos secundarios** alimentados por fuentes de alimentación limitadas tal y como se especifica en el inciso 2.5, pero no montados en **material de clase V-1**;
- componentes dentro de una unidad o conjunto de alimentación con una salida de potencia limitada tal y como se especifica en el inciso 2.5, incluyendo dispositivos de protección contra sobre corrientes, impedancias limitadoras, redes reguladoras y cableado, hasta el punto donde se cumplen los criterios de salida de fuentes de alimentación limitadas;
- componentes con partes no encerradas sobre las que se forman arcos, tales como contactos de interruptores, relevadores y conmutadores, en un circuito a **tensión peligrosa** o a un **nivel de energía peligroso**; y
- cableado aislado.

4.7.2.2 Partes que no requieren un gabinete contra el fuego

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Lo siguiente no requiere un gabinete **contra el fuego**:

- motores;
- transformadores;
- componentes electromecánicos que cumplan con el inciso 5.3.5;
- cableado y cables aislados con PVC, TFE, PTFE, FEP, policloropreno o poliamida;
- clavijas y conectores que forman parte de un cable de alimentación o un **cable de interconexión**;
- componentes, incluyendo conectores, que cumplen los requisitos del inciso 4.7.3.2, que rellenan una abertura en un gabinete **contra el fuego**;
- conectores en **circuitos secundarios** alimentados por fuentes que estén limitadas a un máximo de 15 VA (véase el inciso 1.4.11) bajo condiciones de funcionamiento normales y después de una falla en el equipo (véase el inciso 1.4.14);
- conectores en **circuitos secundarios** alimentados por fuentes de potencia limitada que son conformes con el inciso 2.5;
- otros componentes en **circuitos secundarios**:
    - alimentados por fuentes de potencia limitada que cumplen con el inciso 2.5 y montados en **materiales de clase V-1**;
    - alimentados por fuentes internas o externas que estén limitadas a un máximo de 15 VA (véase el inciso 1.4.11) bajo condiciones de funcionamiento normales y después de una falla en el equipo (véase el inciso 1.4.14) y montados en **materiales de clase HB75** si el espesor significativo más delgado de este material es < 3 mm o en **materiales de clase HB40** si el espesor significativo más delgado de este material es ≥ 3 mm;
    - que cumplan con el método 2 del inciso 4.7.1;
- equipos, o una parte del equipo, que tengan un interruptor de contacto temporal que el **usuario** tenga que activar continuamente y que al soltarlo se desconecte toda la alimentación del equipo o parte del equipo.

La conformidad con los incisos 4.7.2.1 y 4.7.2.2 se verifica por inspección y por evaluación de los datos proporcionados por el fabricante. En el caso de que no se proporcionen datos, la conformidad se verifica mediante pruebas.

4.7.3 Materiales

4.7.3.1 Generalidades

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Los **gabinetes**, componentes y otras partes deben construirse o deben utilizar materiales tales que la propagación de fuego esté limitada.

Los **materiales de clases VTM-0**, **VTM-1** y **VTM-2** se consideran equivalentes a los **materiales de clases V-0, V-1 Y V-2**, respectivamente, en sus propiedades de inflamabilidad. Sus propiedades eléctricas y mecánicas no son necesariamente equivalentes.

Cuando se requiera **material de clase HB40**, **clase HB75** o **clase HBF**, se acepta como alternativa que el material pase la prueba del hilo incandescente a 550 ºC de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-J-565/2-11-ANCE.

Cuando no sea práctico proteger los componentes contra el sobrecalentamiento bajo condiciones de falla, los componentes deben montarse en **materiales de clase V-1**. Además, dichos componentes deben separarse del material de clase inferior al **material de clase V-1** (véase el inciso 1.2.12.1, nota 2) por al menos 13 mm de aire o por una barrera sólida de **material de clase V-1**.

NOTAS:

1) Véase también el inciso 4.7.3.5.

2) Al considerar la forma de limitar la propagación del fuego y lo que son "partes pequeñas", se debe tener en cuenta el efecto acumulativo de pequeñas partes cuando son adyacentes unas con otras y también el posible efecto de propagar fuego desde una parte a otra.

3) Los requisitos de inflamabilidad del material del inciso 4.7.3 están resumidos en la tabla 4E.

La conformidad se verifica por inspección y por evaluación de los datos proporcionados por el fabricante.

4.7.3.2 Materiales para los gabinetes contra el fuego

Se aplican los siguientes requisitos cuando sea apropiado.
El criterio de la masa de 18 kg se aplica a equipos individuales completos, incluso si se usan muy cerca unos de otros (por ejemplo, uno encima de otro). Sin embargo, si se retira una parte de un gabinete **contra el fuego** en esa situación (en el mismo ejemplo, la cubierta inferior de un equipo situado encima), se aplica la masa conjunta del equipo. Al determinar la masa total del equipo no deben tenerse en cuenta los accesorios, consumibles y los materiales para grabación y multimedia.

En los **equipos móviles** con una masa total que no supera los 18 kg, el material de un gabinete **contra el fuego**, en el espesor de pared significativo más delgado debe ser de **material de clase V-1** o debe satisfacer la prueba del capítulo A.2.

En los **equipos móviles** con una masa total que supera los 18 kg y para todos los **equipos fijos**, el material de un gabinete **contra el fuego**, en el espesor de pared significativo más delgado debe ser de **material de clase 5VB** o debe satisfacer la prueba del capítulo A.1.

Los materiales de componentes que rellenan una abertura en un gabinete **contra el fuego** y que están destinados a montarse en esta abertura deben:

- ser de **material de clase V-1**; o
- satisfacer las pruebas del capítulo A.2; o

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- ser conformes con los requisitos de inflamabilidad de la norma para componentes aplicable.

NOTA: Ejemplos de estos componentes son los portafusibles, interruptores, luces testigo, conectores y entradas de aparato.

Los materiales plásticos de un gabinete **contra el fuego** deben situarse a más de 13 mm a través del aire de las partes sobre las que se forman arcos como conmutadores no encerrados o contactos de interruptores no encerrados.

Los materiales plásticos de un gabinete **contra el fuego** situados a menos de 13 mm a través del aire de las partes sobre las que no se forman arcos que, bajo cualquier condición de funcionamiento normal o anormal, pudieran alcanzar una temperatura suficiente como para prender el material, deben ser capaces de pasar la prueba de la norma indicada en el inciso P.45 del apéndice P. El tiempo medio de ignición de las muestras no debe ser inferior a 15 s. Si una muestra se funde sin que se produzca la ignición, el tiempo para el que esto ocurre no se considera el tiempo de ignición.

La conformidad se verifica por inspección de los equipos y de las hojas de datos de los materiales y si es necesario, por la prueba o pruebas apropiados en el apéndice A o a la norma indicada en el inciso P.45 del apéndice P.

4.7.3.3 Materiales para los componentes y otras partes en el exterior de gabinetes contra el fuego

Excepto que a continuación se especifique lo contrario, los materiales para los componentes y otras partes (incluyendo **gabinetes mecánicos**, **gabinetes eléctricos** y **partes decorativas**), situados fuera de **gabinetes contra el fuego**, deben ser:

- de **material de clase HB75** si el espesor significativo más delgado de este material es < 3 mm, o
- de **material de clase HB40** si el espesor significativo más delgado de este material es ≥ 3 mm, o
- de **material de espuma de clase HBF**.

NOTA: Si un gabinete **mecánico** o un gabinete **eléctrico** también hace funciones de **gabinete contra el fuego**, se aplican los requisitos de **gabinetes contra el fuego**.

Los requisitos para los materiales en conjuntos de filtros de aire están en el inciso 4.7.3.5 y para los materiales en componentes de alta tensión en el inciso 4.7.3.6.

Los conectores deben cumplir con uno de lo siguiente:

- estar hechos de **material de clase V-2**; o
- satisfacer las pruebas del capítulo A.2; o
- cumplir con los requisitos de inflamabilidad de la norma de componentes correspondiente; o
- estar montados en un **material de clase V-1** y ser de pequeño tamaño; o

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- estar localizados en un **circuito secundario** alimentado por una fuente que esté limitada a un máximo de 15 VA (véase el inciso 1.4.11) bajo condiciones de funcionamiento normales y después de una falla en el equipo (véase el inciso 1.4.14).

El requisito para que los materiales de componentes y otras partes sean de **material de clase HB40**, **material de clase HB75** o **material de espuma de clase HBF**, no se aplica a nada de lo siguiente:

- componentes eléctricos que no presenten un peligro de incendio bajo condiciones de funcionamiento anormales cuando se prueben de acuerdo al inciso 5.3.7;

- materiales y componentes dentro de un gabinete de 0.06 m^3 o menor, que sean totalmente de metal y no tengan aberturas de ventilación o dentro de una unidad sellada que contenga un gas inerte;

- cajas de medidores (si se determina que son apropiadas para el montaje de partes a **tensión peligrosa**), esferas de medidores y lámparas o gemas indicadoras;

- componentes que cumplan los requisitos de inflamabilidad de la norma de componentes correspondiente que incluya esos requisitos;

- componentes electrónicos, como circuitos integrados, optoacopladores, capacitores y otras partes pequeñas que estén:

    - montadas sobre **material de clase V-1**; o

    - alimentadas por una fuente de potencia de no más de 15 VA (véase el inciso 1.4.11) bajo condiciones de funcionamiento normales o después de una falla en el equipo (véase el inciso 1.4.14) y montadas en **materiales de clase HB75** si el espesor significativo más delgado de este material es < 3 mm, o de **material de clase HB40** si el espesor significativo más delgado de este material es ≥ 3 mm;

- cableado, cables y conectores aislados con PVC, TFE, PTFE, FEP, policloropreno o poliamida;

- abrazaderas individuales (sin incluir envolturas helicoidales u otras formas continuas), cinta, bramante y cable utilizado con el conjunto del cableado;

- engranajes, levas, correas, rodamientos y otras partes pequeñas que aportan una cantidad de combustible despreciable a un fuego, incluyendo **partes decorativas**, etiquetas, pies de montaje, tapas de llaves, manijas y similares;

- accesorios, consumibles y materiales para grabación y multimedia;

- partes que requieran tener propiedades particulares para realizar las funciones adecuadas, tales como rodillos de goma para entrega y recogida de papel y tubos de tinta.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

La conformidad se verifica por inspección de los equipos y de las hojas de datos de los materiales y si es necesario, por la prueba o pruebas apropiadas en el apéndice A.

4.7.3.4 Materiales para los componentes y otras partes en el interior de gabinetes contra el fuego

Los requisitos para los materiales en conjuntos de filtros de aire están en el inciso 4.7.3.5 y para los materiales en componentes de alta tensión en el inciso 4.7.3.6.

Dentro de los **gabinetes contra el fuego**, los materiales para los componentes y otras partes (incluyendo **gabinetes mecánicos** y **gabinetes eléctricos** situados dentro de **gabinetes contra el fuego**), deben ser conformes con uno de lo siguiente:

- ser de **material de clase V-2** o **material de espuma de clase HF-2**; o
- satisfacer la prueba de inflamabilidad descrito en el capítulo A.2; o
- cumplir los requisitos de inflamabilidad de la norma de componentes correspondiente que incluya tales requisitos.

Los requisitos anteriores no se aplican a nada de lo siguiente:

- componentes eléctricos que no presenten un peligro de incendio bajo condiciones de funcionamiento anormales cuando se prueben de acuerdo al inciso 5.3.7;
- materiales y componentes dentro de un gabinete de 0.06 m3 o menor, que sean totalmente de metal y no tengan aberturas de ventilación o dentro de una unidad sellada que contenga un gas inerte;
- una o más capas de material aislante de poco espesor, como cinta adhesiva, usada directamente sobre cualquier superficie dentro de un gabinete **contra el fuego**, incluyendo la superficie de partes que transportan corriente, siempre que la combinación del material aislante de poco espesor y la superficie de aplicación cumpla con los requisitos de **material de clase V-2**, o **material de espuma de clase HF-2**;

NOTA: Cuando el material aislante de poco espesor al que se ha hecho referencia en la exclusión anterior está sobre la superficie interior de un gabinete **contra el fuego**, se continúan aplicando los requisitos del inciso 4.6.2 al gabinete **contra el fuego**.

- cajas de medidores (si se determina que son apropiadas para el montaje de partes a **tensión peligrosa**), esferas de medidores y lámparas o gemas indicadoras;
- componentes electrónicos, tales como circuitos integrados, optoacopladores, capacitores y otras partes pequeñas que estén montadas sobre **material de clase V-1**;
- cableado, cables y conectores aislados con PVC, TFE, PTFE, FEP, policloropreno o poliimida;
- abrazaderas individuales (sin incluir envolturas helicoidales u otras formas continuas), cinta, bramante y cable utilizado con el conjunto de cableado;

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

– las partes siguientes, siempre que estén separadas de partes eléctricas (sin incluir hilos aislados y cables) que bajo condiciones de falla tengan posibilidad de producir una temperatura que pudiera causar la ignición, por al menos 13 mm de aire o por una barrera sólida de **material de clase V-1**:

• engranajes, levas, correas, rodamientos y otras partes pequeñas que aportarían una cantidad de combustible despreciable a un fuego, incluyendo etiquetas, pies de montaje, tapas de llaves, manijas y similares;

• accesorios, consumibles y materiales para grabación y multimedia;

• partes que requieran tener propiedades particulares para realizar las funciones adecuadas, tales como rodillos de goma para entrega y recogida de papel y tubos de tinta;

• conductos para aire o cualquier sistema de fluido, contenedores para polvos o líquidos y partes de plástico espumado, siempre que sean de **material de clase HB75** si el espesor significativo más delgado de este material es < 3 mm, o de **material de clase HB40** si el espesor significativo más delgado de este material es ≥ 3 mm, o de **material de espuma de clase HBF**.

La conformidad se verifica por inspección de los equipos y de las hojas de datos de los materiales y si es necesario, por la prueba o pruebas apropiados en el apéndice A.

4.7.3.5 Materiales para los conjuntos de filtros de aire

Los conjuntos de filtros de aire deben construirse de **material de clase V-2**, o de **material de espuma de clase HF-2**.

Este requisito no se aplica a las siguientes construcciones:

– conjuntos de filtros de aire en sistemas de circulación de aire, herméticos o no, que no estén destinados a tener comunicación con el exterior del gabinete **contra el fuego**;

– conjuntos de filtros de aire situados dentro o fuera de un gabinete **contra el fuego**, siempre que los materiales del filtro estén separados por una pantalla metálica de partes que pudieran causar ignición. Esta pantalla puede perforarse y debe cumplir los requisitos del inciso 4.6.2 para los fondos de **gabinetes contra el fuego**;

– conjuntos de filtros de aire construidos de:

- **material de clase HB75** si el espesor significativo más delgado de este material es < 3 mm, o
- **material de clase HB40** si el espesor significativo más delgado de este material es ≥ 3 mm, o
- de **material de espuma de clase HBF.**

  Siempre que estén separados por al menos 13 mm de aire o por una barrera sólida de **material de clase V-1**, de partes eléctricas (distintas a los cables e

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

hilos aislados) que bajo condiciones de falla tengan posibilidad de producir una temperatura que pudiera causar la ignición.

La conformidad se verifica por inspección de los equipos y de las hojas de datos de los materiales y si es necesario, por la prueba apropiada.

4.7.3.6 Materiales utilizados en componentes de alta tensión

Los componentes de alta tensión que funcionan a tensiones cresta a cresta que superan los 4 kV deben ser de **material de clase V-2**, o de **material de espuma de clase HF-2** o cumplir con el inciso 14.4 de la Norma Mexicana NMX-I-062-NYCE o pasar la prueba de flama de aguja de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-J-565/11-5-ANCE.

La conformidad se verifica por inspección de los equipos y de las hojas de datos de los materiales y si es necesario, por:

- las pruebas para **material de clase V-2** o **material de espuma de clase HF-2**; o
- la prueba descrita en el inciso 14.4 de la Norma Mexicana NMX-I-062-NYCE; o
- la prueba de flama de aguja de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-J-565/11-5-ANCE.

Además se aplican los siguientes detalles referidos a los capítulos de la Norma Mexicana NMX-J-565/11-5-ANCE:

Capítulo 7 – Grados de severidad

Se aplica la prueba de flama durante 10 s. Si una llama autoalimentada no dura más de 30 s, se vuelve a aplicar de nuevo la flama de prueba durante 1 min en el mismo punto o en cualquier otro punto. Si de nuevo una flama autoalimentada no dura más de 30 s, la flama de prueba se aplica entonces durante 2 min en el mismo punto o en cualquier otro punto.

Capítulo 8 – Preacondicionamiento

Excepto para transformadores de alta tensión y multiplicadores de alta tensión las muestras se almacenan durante 2 h en un horno a una temperatura de 100 ºC ± 2 ºC.

Para transformadores de alta tensión, se aplica inicialmente una potencia de 10 W (corriente continua o corriente alterna a la frecuencia de la red de alimentación) al devanado de alta tensión. Esta potencia se mantiene durante 2 min, después de los cuales se incrementa sucesivamente en pasos de 10 W a intervalos de 2 min hasta los 40 W.

El tratamiento dura 8 min o se termina tan pronto como se interrumpe el devanado o aparecen separaciones apreciables en la cubierta protectora.

NOTA: Ciertos transformadores se diseñan de manera que no puede llevarse a cabo este preacondicionamiento. En estos casos se aplica el preacondicionamiento en horno.

Para multiplicadores de alta tensión, se suministra a cada muestra una tensión tomada de un transformador de alta tensión adecuado, estando el circuito de salida cortocircuitado.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

La tensión de entrada se ajusta de forma que la corriente de cortocircuito sea inicialmente de 25 mA ± 5 mA. Esta corriente se mantiene durante 30 min o se termina tan pronto como sucede cualquier interrupción del circuito o aparecen separaciones apreciables en la cubierta protectora.

NOTA: Cuando el diseño del multiplicador de alta tensión es tal que no puede obtenerse una corriente de cortocircuito de 25 mA, se usa la corriente de preacondicionamiento, que representa la corriente máxima alcanzable, determinada tanto por el diseño del multiplicador como por sus condiciones de uso en un aparato en concreto.

Capítulo 11 – Evaluación de los resultados de la prueba

Después de la primera aplicación de la flama de prueba, la muestra de prueba no debe consumirse completamente.

Después de cualquier aplicación de la flama de prueba, cualquier flama autoalimentada debe extinguirse en 30 s. No debe quemarse el **papel de seda** ni chamuscarse el tablero.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 4E.- Resumen de requisitos de inflamabilidad del material

Parte		Requisito
GABINETES CONTRA EL FUEGO 4.7.3.2	EQUIPOS MÓVILES > 18 kg y EQUIPOS FIJOS	– 5VB – Prueba A.1 – Prueba del hilo caliente de la norma indicada en el inciso P.45 del apéndice P (si < 13 mm de aire desde las partes a altas temperaturas que pudieran causar ignición)
	EQUIPOS MÓVILES ≤ 18 kg	– V-1 – Prueba A.2 – Prueba del hilo incandescente de la norma indicada en el inciso P.45 del apéndice P (si < 13 mm de aire desde las partes a altas temperaturas que pudieran causar ignición)
	Partes que rellenan una abertura	– V-1 – Prueba A.2 – Norma de componente
Componentes y partes, incluyendo GABINETES MECÁNICOS y ELÉCTRICOS, fuera DE GABINETES CONTRA EL FUEGO 4.7.3.1 y 4.7.3.3		– HB40 para espesores ≥ 3 mm – HB75 para espesores < 3 mm – HBF – Prueba del hilo incandescente a 550 ºC de la Norma Mexicana NMX-J-565/2-11-ANCE Para conectores y excepciones véase el inciso 4.7.3.3
Componentes y partes, INCLUYENDO GABINETES MECÁNICOS y ELÉCTRICOS, dentro de GABINETES CONTRA EL FUEGO 4.7.3.4		– V-2 – HF-2 – Prueba A.2 – Norma de componente Para excepciones véase el inciso 4.7.3.4
Conjuntos de filtros de aire 4.7.3.5		– V-2 – HF-2 – Prueba A.2 Para excepciones véase el inciso 4.7.3.5
Componentes de alta tensión (> 4 kV) 4.7.3.6		– V-2 – HF-2 – Prueba del inciso 14.4 de la Norma Mexicana NMX-I-062. – Prueba de la flama de aguja de la Norma Mexicana NMX-J-565/11-5-ANCE.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

5 REQUISITOS ELÉCTRICOS Y DE CONDICIONES ANORMALES SIMULADAS

5.1 Corriente de contacto y corriente en el conductor de protección

En este inciso se hace referencia a las mediciones de corriente a través de redes que simulan la impedancia del cuerpo humano como mediciones de **corriente de contacto**.

Excepto para la aplicación del inciso 5.1.8.2, estos requisitos no se aplican a los equipos destinados a alimentarse sólo mediante una **red de alimentación en corriente continua**.

5.1.1 Generalidades

Los equipos deben diseñarse y construirse de manera que ni las **corrientes de contacto** ni las **corrientes en el conductor de protección** sea probable que creen un peligro de choque eléctrico.

La conformidad se verifica por prueba según los incisos 5.1.2 al 5.1.7 inclusive y cuando sea aplicable, el inciso 5.1.8 (véase también el inciso 1.4.4).

Sin embargo, si es claro tras un estudio de los diagramas de circuito de **equipos fijos conectados permanentemente** o **equipos fijos alimentados por toma de corriente tipo B**, con un **conductor de puesta a tierra de protección**, que la **corriente de contacto** supera 3.5 mA de valor eficaz (r.c.m.), pero que la **corriente en el conductor de protección** no superará un 5 % de la corriente de entrada, las pruebas de los incisos 5.1.5, 5.1.6 y 5.1.7.1 a) no se realizan.

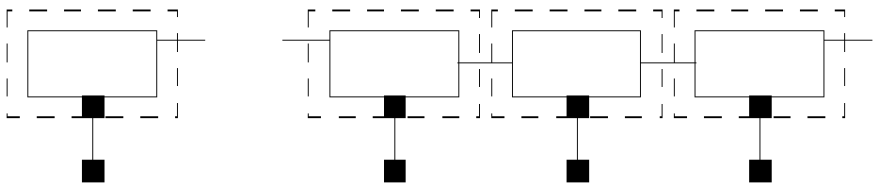
NOTA: En el caso anterior, el requisito del inciso 5.1.7.1 b) se sigue aplicando.

5.1.2 Configuración del equipo bajo prueba (EBP)

5.1.2.1 Conexión única a una red de alimentación en corriente alterna

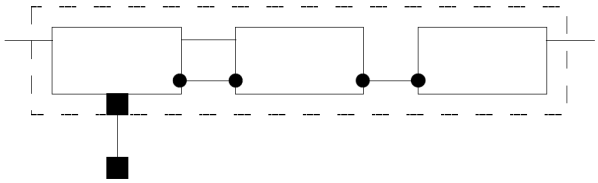
Los sistemas de equipos interconectados con conexiones individuales a la **red de alimentación en corriente alterna** deben tener cada elemento del equipo probado por separado. Los sistemas de equipos interconectados con una conexión común a la **red de alimentación en corriente alterna** deben tratarse como un único equipo. Véase también el inciso 1.4.10 con respecto a la inclusión de características opcionales.

NOTA: Los sistemas de equipos interconectados están especificados con mayor detalle a continuación.

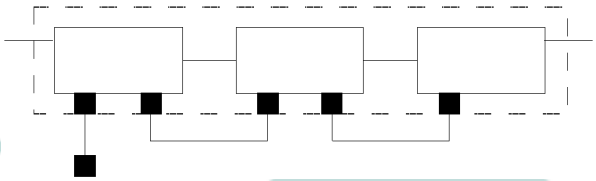


Una unidad Tres unidades, tres piezas de equipo

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



Tres unidades, un equipo



Tres unidades, un equipo

unidad

equipo

Conexión de alimentación compatible con la alimentación local.

Conexión de alimentación no diseñada para ser conectada directamente a la alimentación local.

Otras conexiones.

5.1.2.2 Conexiones múltiples redundantes a una red de alimentación en corriente alterna

Los equipos destinados a conectarse a múltiples **redes de alimentación en corriente alterna**, de las cuales solamente se requiera una al mismo tiempo deben probarse con una sola conexión.

5.1.2.3 Conexiones múltiples simultáneas a una red de alimentación en corriente alterna

Los equipos que requieran conexión simultánea desde dos o más **redes de alimentación en corriente alterna** deben probarse con todas las **redes de alimentación en corriente alterna** conectadas.

Se mide la **corriente de contacto** total a través de todos los **conductores de puesta a tierra de protección** que se conectan entre ellos y tierra.

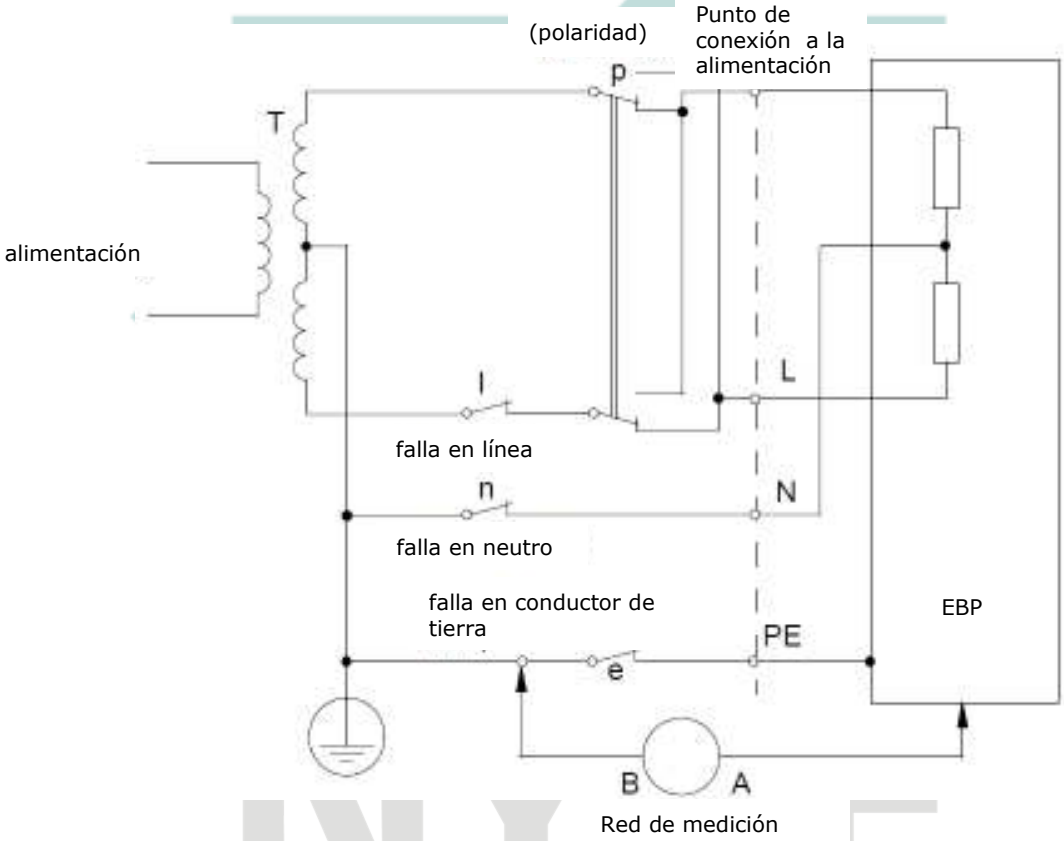
No debe incluirse en las pruebas anteriores un **conductor de puesta a tierra de protección** que no esté conectado dentro del equipo a otras partes puestas a tierra del

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

equipo. Si una fuente de alimentación en corriente alterna tiene uno de estos **conductores de puesta a tierra de protección** debe probarse de forma separada de acuerdo con el inciso 5.1.2.1 (véase también el inciso 5.1.7.2).

5.1.3 Circuito de prueba

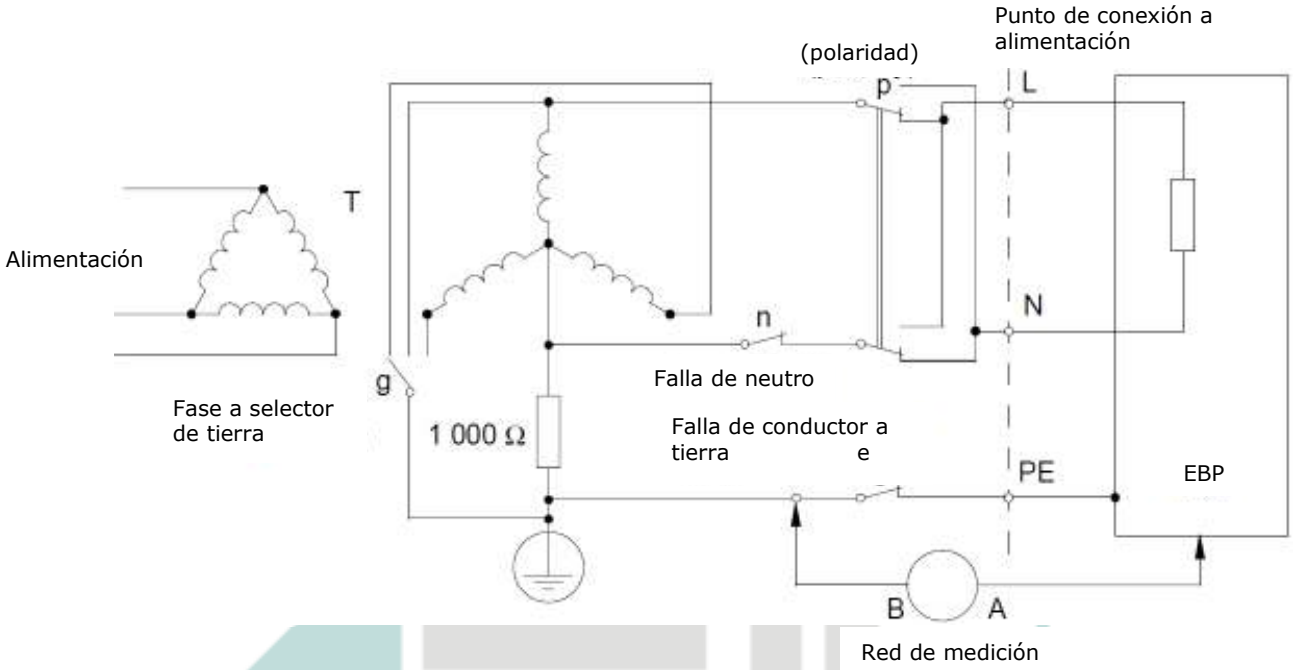
Los equipos se prueban utilizando el circuito de prueba de la figura 5A (para equipos monofásicos a conectar únicamente a un sistema de distribución de potencia estrella TN o TT) o la figura 5B (para equipos trifásicos a conectar únicamente a un sistema de distribución de potencia estrella TN o TT) o donde sea apropiado, otro circuito de prueba de las figuras que se muestran a continuación.



NOTA: La toma central del bobinado puede ser una etapa de un suministro de delta.

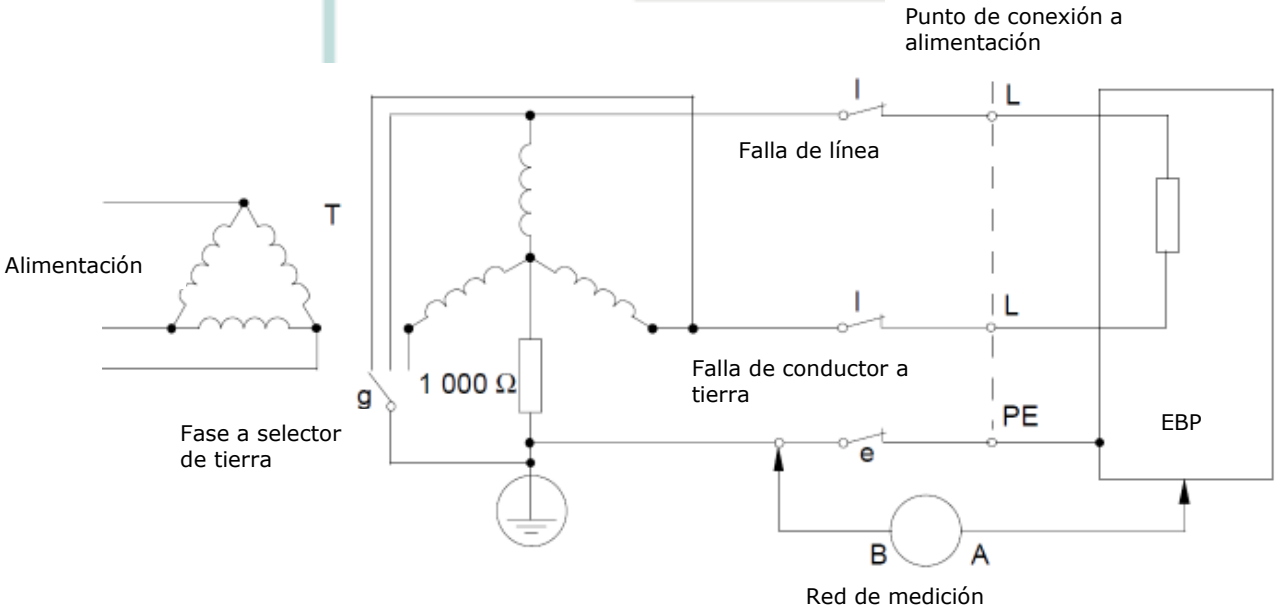
FIGURA 5.1.3.1.- Configuración de prueba: equipo monofásico conectado de centro a tierra en sistema TN o TT

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



NOTA: El resistor de 1000 Ω debe proveerse para fallas de alimentación del sistema

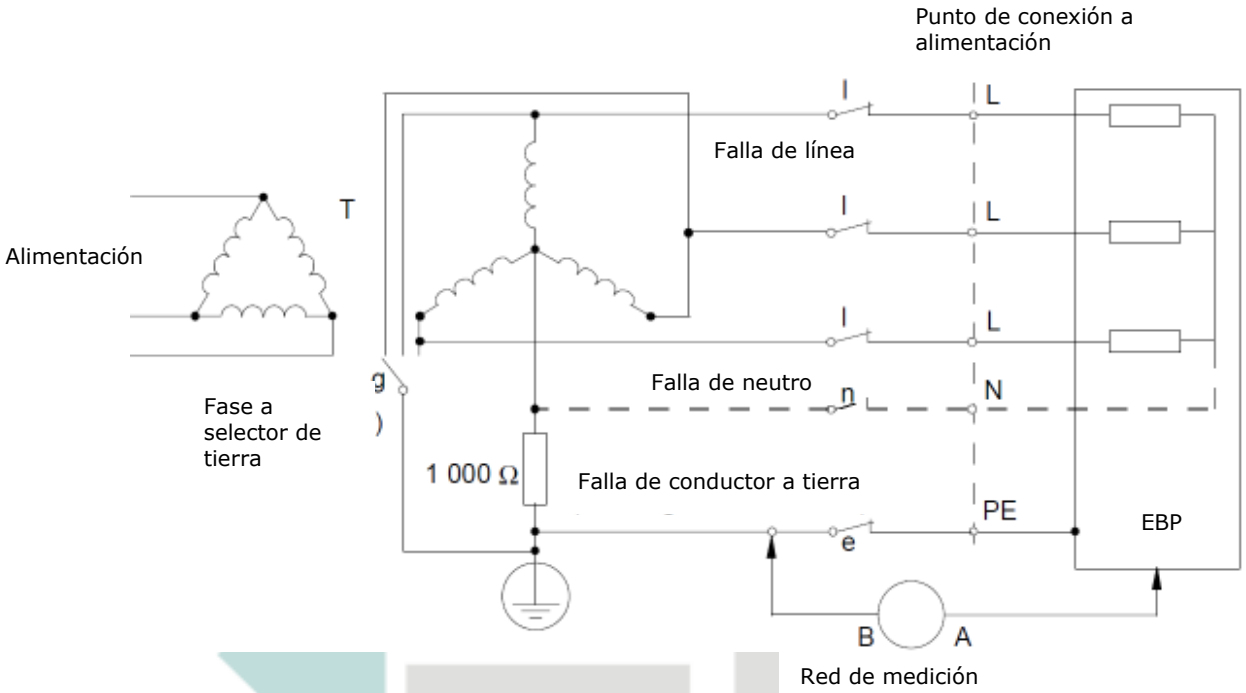
FIGURA 5.1.3.2.- Configuración de prueba: equipo monofásico conectado línea a neutro en un sistema estrella IT



NOTA: El resistor de 1000 Ω debe proveerse para fallas de alimentación del sistema

FIGURA 5.1.3.3.- Configuración de prueba: equipo monofásico conectado línea a línea en un sistema estrella IT

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



NOTA: El resistor de 1000 Ω debe proveerse para fallas de alimentación del sistema

FIGURA 5.1.3.4.- Configuración de prueba: equipo trifásico en un sistema estrella IT

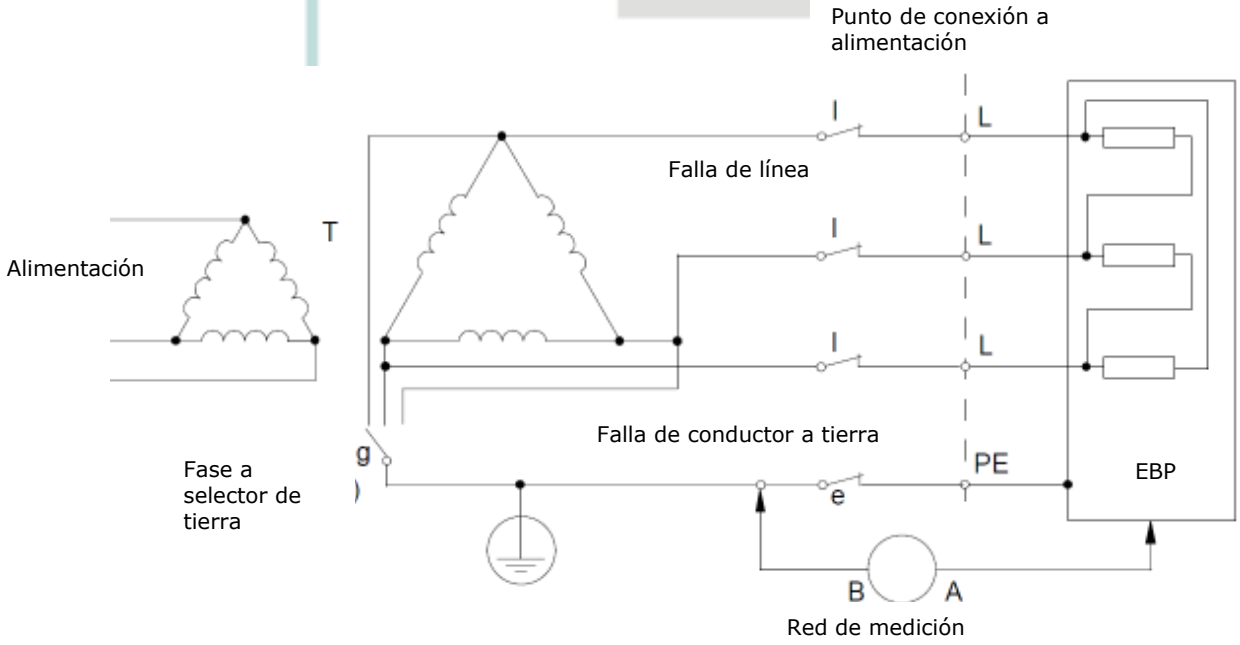
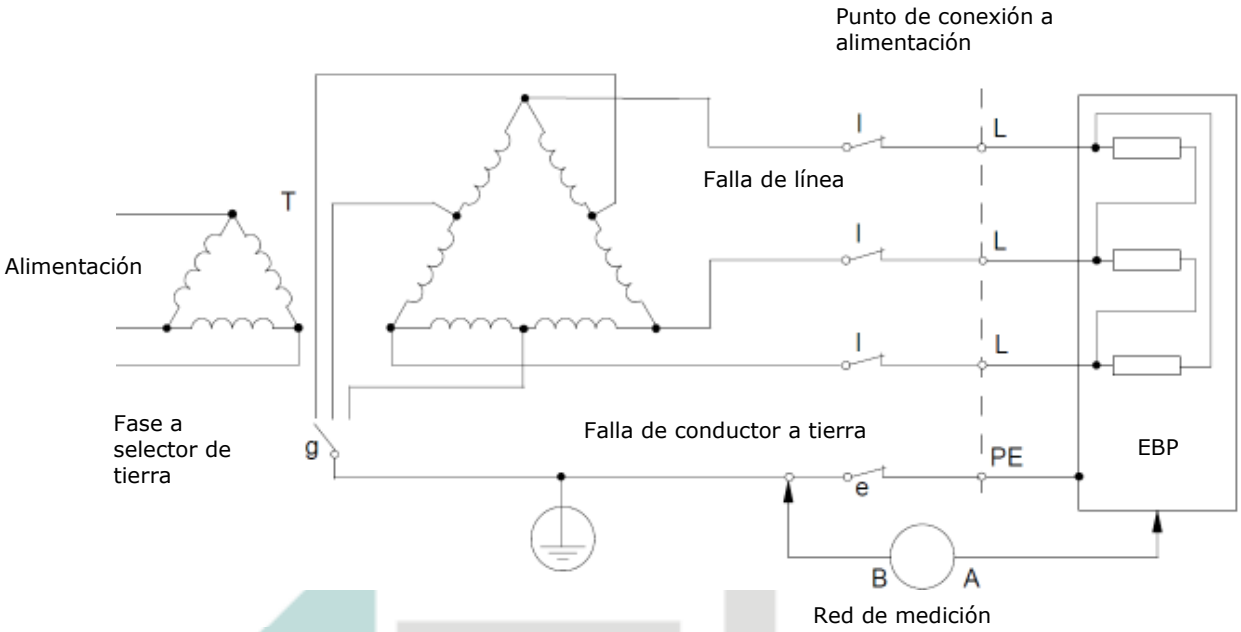


FIGURA 5.1.3.5.- Configuración de prueba: sistema delta sin tierra

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



NOTA: Cuando un equipo contiene una carga a tres fases y carga monofásica centro a tierra y el lado a tierra es identificado, el interruptor g debe mantenerse en la posición identificada como el lado a tierra.

FIGURA 5.1.3.6.- Configuración de prueba: equipo de tres fases en sistema delta centro a tierra

La utilización de un transformador de prueba para aislamiento es opcional. Para máxima protección se utiliza un transformador de prueba para aislamiento (T en las figuras 5A y 5B) y se pone a tierra el borne de puesta a tierra de protección principal del EBP. Debe tenerse en cuenta entonces cualquier fuga capacitiva en el transformador. Como alternativa a la puesta a tierra del EBP, se dejan flotantes (sin poner a tierra) el secundario del transformador de prueba y el EBP, en cuyo caso no necesita tenerse en cuenta la fuga capacitiva en el transformador.

Si no se utiliza transformador T, el EBP y el circuito de prueba no debe ponerse a tierra. El EBP se monta sobre un soporte aislante y se toman precauciones de seguridad apropiadas en vista de la posibilidad de que el **cuerpo** del equipo esté a **tensión peligrosa**.

Los equipos a conectar a un sistema IT de distribución de potencia se prueban convenientemente (véanse las figuras 5.1.3.2, 5.1.3.3, 5.1.3.4). Dichos equipos también pueden conectarse a un sistema TN o TT de distribución de potencia sin prueba adicional.

Los equipos monofásicos que estén destinados a funcionar entre dos conductores de línea se prueban usando un circuito de prueba trifásico como en la figura 5B.

Si es difícil probar el equipo a la tensión de alimentación más desfavorable (véase el inciso 1.4.5), se permite probar el equipo a cualquier tensión disponible dentro de la tolerancia de la **tensión nominal** o dentro del **intervalo de tensiones nominales** y posteriormente calcular los resultados.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

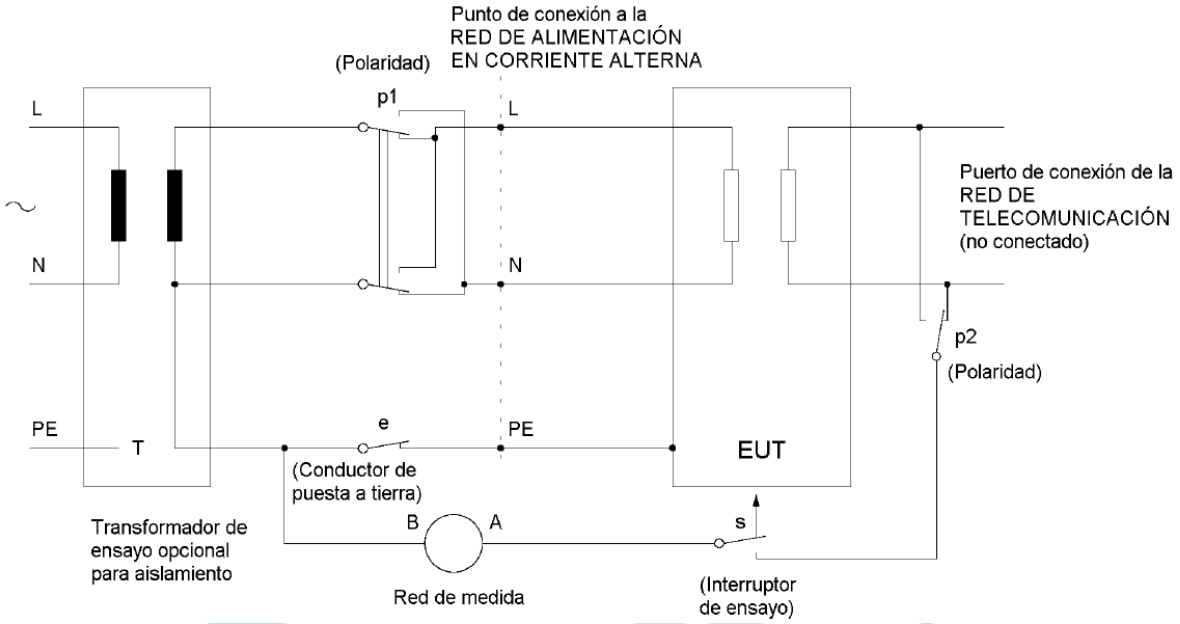


FIGURA 5A.- Circuito de prueba para corriente de contacto de equipos monofásicos en un sistema de distribución de potencia estrella TN o TT

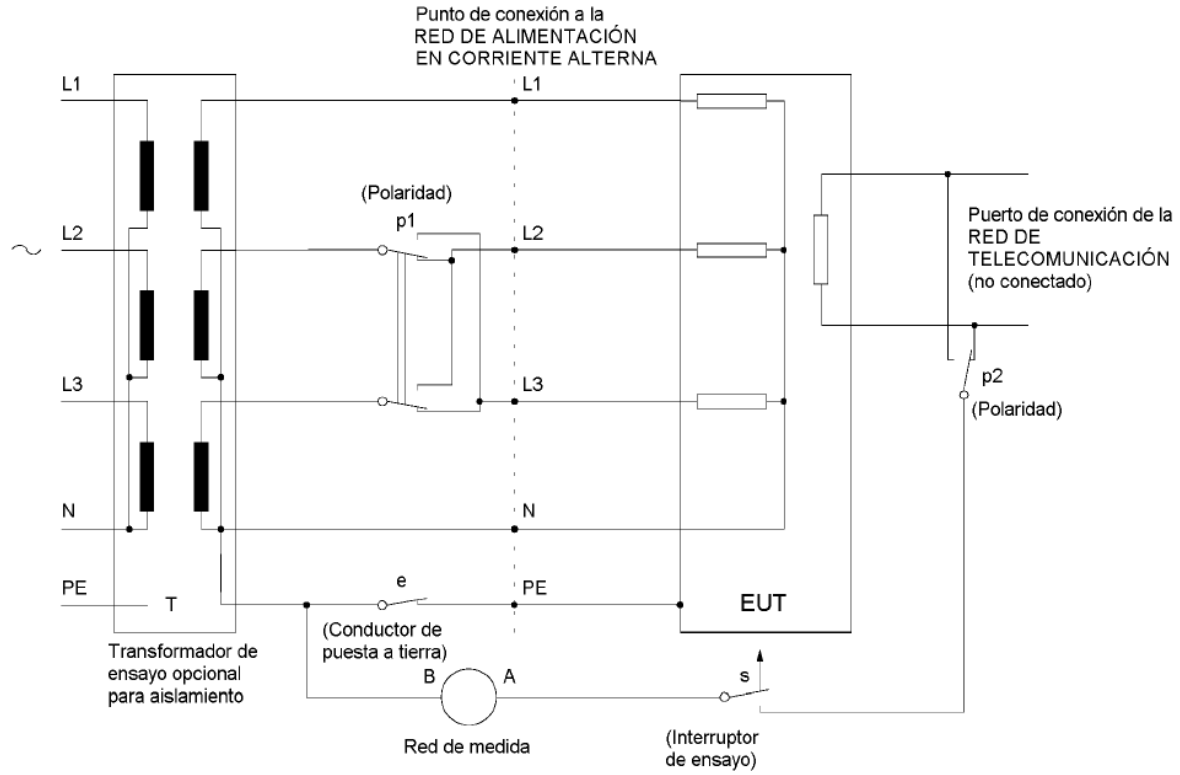


FIGURA 5B.- Circuito de prueba para corriente de contacto de equipos trifásicos en un sistema de distribución de potencia estrella TN o TT

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

5.1.4 Aplicación del instrumento de medida

Las pruebas se efectúan utilizando uno de los instrumentos de medida del apéndice D, o cualquier otro circuito que dé los mismos resultados.

El borne B del instrumento de medida se conecta al conductor (neutro) puesto a tierra de la alimentación (véase la figura 5A o 5B).

El borne A del instrumento de medida se conecta tal y como se especifica en el inciso 5.1.5.

Para una parte accesible no conductora, se realiza la prueba a una lámina metálica de dimensiones 100 mm x 200 mm en contacto con la parte. Si el área de la lámina es menor que la superficie sometida a prueba, se mueve la lámina de manera que se prueben todas las partes de la superficie. Cuando se utilice una lámina metálica adhesiva, el adhesivo debe ser conductor. Se toman precauciones para impedir que la lámina metálica afecte la disipación de calor del equipo.

NOTA: La prueba de lámina simula el contacto con la mano.

Las partes conductoras accesibles que estén conectadas de manera fortuita a otras partes se prueban como partes tanto conectadas como desconectadas.

5.1.5 Procedimiento de prueba

Para equipos con una conexión de puesta a tierra de protección o una conexión de **puesta a tierra funcional**, se conecta el borne A del instrumento de medida por medio del interruptor de medida “”s”” al borne de puesta a tierra del EBP, con el interruptor “”e”” del conductor de puesta a tierra abierto.

La prueba también se lleva a cabo, en todos los equipos, con el borne A de la red de medida conectado por medio del interruptor de medida “”s”” a cada parte accesible no puesta a tierra o no conductora y a cada circuito accesible no puesto a tierra, por turnos, con el interruptor “”e”” del conductor de puesta a tierra cerrado.

Además:

- para equipos monofásicos, las pruebas se repiten en polaridad inversa (interruptor “p1”);
- para equipos trifásicos, las pruebas se repiten en polaridad inversa (interruptor “p1”) a menos que el equipo sea sensible a la secuencia de fase.

Cuando se prueben equipos trifásicos, se desconecta uno por uno cualquiera de los componentes utilizados para fines de CEM y conectados entre línea y tierra; para ello, se consideran como componentes únicos los grupos de componentes en paralelo conectados mediante una única conexión. Cada vez que se desconecte un componente línea-a-tierra se repite la secuencia de operaciones de interruptores.

NOTA: Donde los filtros estén normalmente encapsulados, puede ser necesario proporcionar una unidad no encapsulada para prueba o para simularla red de filtro.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Para cada posición del instrumento de medida, se abren y cierran en todas las combinaciones posibles los interruptores en el **circuito primario** con posibilidad de funcionar en uso normal.

Después de aplicar cada condición de prueba, se devuelve el equipo a su condición original, por ejemplo, sin falla o deterioro consiguiente.

5.1.6 Mediciones en las prueba

Se mide el valor eficaz de la tensión U_2 utilizando el instrumento de medida de la figura D.1, o se mide el valor eficaz de la corriente utilizando el instrumento de medida de la figura D.2.

El instrumento D.1 proporciona una medida más exacta que el instrumento D.2 si la forma de la onda no es sinusoidal y la frecuencia fundamental supera los 100 hz.

Alternativamente, se mide el valor cresta de la tensión U2 utilizando el instrumento de medida descrito en el capítulo D.1.

Si se mide la tensión U2 utilizando el instrumento de medida descrito en el capítulo D.1, se realiza el siguiente cálculo:

$$\text{CORRIENTE DE CONTACTO (A)} = U_2 / 500$$

NOTA: Aunque tradicionalmente se han medido los valores eficaces de la **corriente de contacto**, los valores de cresta proporcionan una mejor correlación con la respuesta del cuerpo humano a formas de onda de corriente no sinusoidal.

Ninguno de los valores medidos de acuerdo con el inciso 5.1.6 debe exceder los límites de la tabla 5A, excepto como se permite en el inciso 2.4 (véanse también los incisos 1.5.6 y 1.5.7) y el inciso 5.1.7.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 5A.- Corriente máxima

Tipo de equipo	Borne A del instrumento de medida conectado a:	Máxima CORRIENTE DE CONTACTO mA valor eficaz [a]	Máxima CORRIENTE EN EL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN
Todos los equipos	Partes accesibles y circuitos no conectados a tierra de protección [b]	0.25	–
EQUIPOS PORTÁTILES	Borne principal de puesta a tierra de protección del equipo (si existe)	0.75	–
EQUIPOS MÓVILES (distintos a los EQUIPOS PORTÁTILES, pero incluyendo EQUIPOS TRANSPORTABLES)		3.5	–
EQUIPOS FIJOS CON TOMA DE CORRIENTE TIPO A		3.5	–
Todos los demás EQUIPOS FIJOS – no sujetos a las condiciones del inciso 5.1.7 – sujetos a las condiciones del inciso 5.1.7		3.5 –	– 5 % de la corriente de entrada
[a] Si se miden los valores de cresta de la CORRIENTE DE CONTACTO, los valores máximos se obtienen multiplicando los valores eficaces por 1.414 [b] Algunas partes accesibles no puestas a tierra están cubiertas por los incisos 1.5.6 y .1.5.7 y se aplican los requisitos del inciso 2.4. Éstos pueden ser diferentes de los del inciso 5.1.6			

5.1.7 Equipos con corriente de contacto que supere los 3.5 mA

5.1.7.1 Generalidades

Están permitidos los resultados de las mediciones de la **corriente de contacto** que superen 3.5 mA eficaces, para los siguientes equipos con una terminal principal de puesta a tierra de protección:

- **Equipos fijos conectados permanentemente**;
- **Equipos fijos alimentados por toma de corriente tipo B;**
- **Equipos fijos alimentados por toma de corriente tipo A** con una única conexión a la **red de alimentación en corriente alterna** y provista de una terminal de puesta a tierra de protección separado suplementario al borne de puesta a tierra de protección principal, si existe (véase el inciso 2.6.4.1). Las instrucciones de instalación deben especificar que ese borne de puesta a tierra de protección esté permanentemente conectado a tierra;

NOTA: El equipo anterior no necesita instalarse en una **zona de acceso restringido**. Sin embargo, el requisito de ser un **equipo fijo** es más restrictivo que los requisitos similares del inciso 2.3.2.3 a) porque el peligro potencial es mayor.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

– **Equipos fijos** o **móviles alimentados por toma de corriente tipo A** para su utilización en **zonas de acceso restringido**, con una conexión a **la red de alimentación en corriente alterna** y provista de una terminal de puesta a tierra de protección separado suplementario al borne de puesta a tierra de protección principal, si existe (véase el inciso 2.6.4.1). Las instrucciones de instalación deben especificar que ese borne de puesta a tierra de protección esté permanentemente conectado a tierra;

NOTA: La limitación de utilización en una **zona de acceso restringido** es más restrictiva que los requisitos similares del inciso 2.3.2.3 a) porque el peligro potencial es mayor.

- **Equipos fijos alimentados por toma de corriente tipo A** con conexiones múltiples simultáneas a la **red de alimentación en corriente alterna**, previsto para su utilización en un lugar que tenga una conexión de enlace de protección equipotencial (tal como un centro de telecomunicaciones, un cuarto de cómputo dedicado o una **zona de acceso restringido**). Debe proporcionarse una terminal de puesta a tierra de protección adicional separado en el equipo. Las instrucciones de instalación deben requerir todo lo siguiente:

  - la instalación del edificio debe proporcionar medios para la conexión a la tierra de protección; y
  - el equipo tiene que conectarse a dichos medios; y
  - el **personal de mantenimiento** debe comprobar si la toma de corriente desde la que el equipo se alimenta proporciona o no conexión a la tierra de protección del edificio. Si no, el **personal de mantenimiento** debe proporcionar a la instalación de un **conductor de puesta a tierra de protección** desde el borne de puesta a tierra de protección separado al cable de puesta a tierra de protección en el edificio.

NOTA: En México, los resultados de medición de corriente de contacto de más de 3.5 mA r.c.m. sólo se permiten para los siguientes equipos:

- Equipos fijos alimentados por toma de corriente tipo A que:

- está destinado a ser utilizado en una **zona de acceso restringido**, donde se aplica compensación de potencial, por ejemplo, en un centro de telecomunicaciones,
- tiene previsto un **conductor de puesta a tierra de protección** conectado de forma permanente, y
- es proporcionado con las instrucciones para la instalación de ese conductor por **personal de mantenimiento**;

- **Equipos fijos alimentados por toma de corriente tipo B;**

- **Equipos fijos conectados permanentemente.**

Si el resultado de la medición de la **corriente de contacto** de cualquiera de los equipos anteriores supera 3.5 mA en valor eficaz, se aplican los siguientes requisitos a), b) y también, si aplica, aquellos del inciso 5.1.7.2.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

a) la **corriente en el conductor de protección** eficaz no debe superar un 5 % de la corriente de entrada por línea bajo condiciones de funcionamiento normales. Si la carga no está equilibrada, se debe usar la mayor de las tres corrientes de línea para este cálculo.
Para medir la **corriente en el conductor de protección**, se utiliza el procedimiento para medir la **corriente de contacto** pero se sustituye el instrumento de medida por un amperímetro de impedancia despreciable; y

b) debe fijarse cerca de la conexión de **red de alimentación en corriente alterna** del equipo una de las etiquetas siguientes, o una etiqueta con un texto similar:

ATENCIÓN

ALTA CORRIENTE DE FUGA
IMPRESCINDIBLE LA CONEXIÓN
A TIERRA ANTES DE HACER
LAS CONEXIONES A LA RED
DE TELECOMUNICACIÓN

ATENCIÓN

ALTA CORRIENTE DE CONTACTO
IMPRESCINDIBLE LA CONEXIÓN
A TIERRA ANTES DE HACER
LAS CONEXIONES A LA RED
DE TELECOMUNICACIÓN

La conformidad se verifica por inspección y medición.

5.1.7.2 Conexiones múltiples simultaneas a la alimentación

Lo siguiente se aplica al EBP probado de acuerdo con el inciso 5.1.2.3. Si el resultado de la medición de la **corriente de contacto** total supera 3.5 mA en valor eficaz, se repite la prueba con cada una de las **redes de alimentación en corriente alterna** y sus **conductores de puesta a tierra de conexión** conectados de uno en uno, con las otras redes de alimentación en corriente alterna, incluyendo sus conductores de puesta a tierra de conexión, desconectadas. Sin embargo, si dos conexiones a la **red de alimentación en corriente alterna** son inseparables, por ejemplo, conexiones para un motor y sus circuitos de control, deben ambas estar en tensión para la prueba repetida.

NOTA: No se espera que el EBP funcione normalmente durante esta prueba.

Si el resultado de las medidas de la **corriente de contacto** para cualquiera de las pruebas repetidas supera 3.5 mA en valor eficaz, se aplican los requisitos del inciso 5.1.7.1 a) a esa conexión a la **red de alimentación en corriente alterna**. Para calcular el 5 % de la corriente de entrada por línea, se utiliza la corriente de entrada desde la **red de alimentación en corriente alterna**, medida durante la prueba repetida.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

5.1.8 Corrientes de contacto transmitidas hacia las redes de telecomunicación y los sistemas de distribución por cable y desde las redes de telecomunicación

NOTA: En este inciso, las referencias a "puertos de conexión de **red de telecomunicación**" (o puertos de telecomunicaciones) están destinadas a cubrir aquellos puntos de conexión a los cuales se pretende unir la **red de telecomunicación**. Dichas referencias no están destinadas a incluir otros puertos de datos, tales como aquellos identificados comúnmente como serie, paralelo, teclado, juego, joystick, etc.

5.1.8.1 Limitación de la corriente de contacto transmitida a una red de telecomunicación o a un sistema de distribución por cable

La **corriente de contacto** desde un equipo alimentado desde la **red de alimentación en corriente alterna** o una **red de telecomunicación** debe limitarse.

La conformidad se verifica utilizando el circuito de prueba detallado en el inciso 5.1.3.

Las pruebas no se aplican a equipos donde el circuito a conectar a una **red de telecomunicación** o a un **sistema de distribución por cable** está conectado a una terminal de **puesta a tierra de protección** en el equipo; la **corriente de contacto** desde el EBP a la **red de telecomunicación** o al **sistema de distribución por cable** se considera como cero.

Para equipos con más de un circuito a conectar a una **red de telecomunicación** o a un **sistema de distribución por cable**, se aplica la prueba únicamente a un ejemplo de cada tipo de circuito.

Para equipos que no tienen borne principal de puesta a tierra de protección, se deja abierto el interruptor "e" del conductor de puesta a tierra si está conectado a una terminal de **puesta a tierra funcional** en el EBP. En caso contrario se deja cerrado.

El borne B del instrumento de medida está conectado al conductor (neutro) puesto a tierra de la alimentación. El borne A está conectado por medio del interruptor "s" de medición y el interruptor de polaridad "p2" al puerto de conexión de la **red de telecomunicación** o **sistema de distribución por cable**.

Para equipos monofásicos, la prueba se realiza con todas las combinaciones de interruptores de polaridad "p1" y "p2".

Para equipos trifásicos, la prueba se realiza en ambas posiciones del interruptor de polaridad "p2".

Después de aplicar cada condición de prueba, se restablece el equipo a su estado original de funcionamiento.

Las mediciones de la prueba se hacen utilizando uno de los instrumentos de medida del apéndice D tal y como se describe en el inciso 5.1.6.

Ninguno de los valores medidos de acuerdo con el inciso 5.1.8.1 debe superar 0.25 mA eficaces.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

5.1.8.2 Suma de corrientes de contacto desde redes de telecomunicación

NOTA: El apéndice W explica el trasfondo del inciso 5.1.8.2.

Un EBP que proporciona puertos de conexión a la **red de telecomunicación** para conexión de múltiples elementos de otros equipos de telecomunicaciones, no debe crear un peligro para **usuarios** ni para el **personal de mantenimiento** de la **red de telecomunicación** debido a la suma de **corrientes de contacto**.

En estos requisitos, las abreviaturas tienen los siguientes significados:

- I_1 es la **corriente de contacto** recibida desde otro equipo por medio de la **red de telecomunicación** a un puerto de telecomunicaciones del EBP;
- ΣI_1 es la suma de las **corrientes de contacto** recibidas desde otro equipo a todos esos puertos de telecomunicaciones del EBP;
- I_2 es la **corriente de contacto** debida a la **red de alimentación en corriente alterna** del EBP.

Debe asumirse que cada puerto de telecomunicaciones recibe 0.25 mA (I_1) desde los otros equipos, a menos que se sepa que la corriente real desde el otro equipo es más baja.

Deben cumplirse los siguientes requisitos a) o b) como sean aplicables:

a) EBP con puertos de telecomunicaciones puestos a tierra

Para un EBP en el cual cada puerto de telecomunicaciones esté conectado al borne principal de puesta a tierra de protección del EBP, se deben considerar los siguientes puntos 1), 2) y 3):

1) Si ΣI_1 (sin incluir I_2) supera 3.5 mA:

- los equipos deben tener provisión para una conexión permanente a la tierra de protección además del **conductor de puesta a tierra de protección** en el cable de alimentación de **equipos alimentados por toma de corriente tipo A o B**; y
- las instrucciones de instalación deben especificar la provisión de una conexión permanente a la tierra de protección con una sección no inferior a 2.5 mm^2, si está protegido mecánicamente o 4.0 mm^2 si no es así; y
- debe fijarse cerca de la conexión permanente de tierra una de las etiquetas siguientes, o una etiqueta con un texto similar; se permite combinar este marcado con el del inciso 5.1.7.1 b).

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

ATENCIÓN

**ALTA CORRIENTE DE FUGA
IMPRESCINDIBLE LA CONEXIÓN
A TIERRA ANTES DE HACER
LAS CONEXIONES A LA RED
DE TELECOMUNICACIÓN**

ATENCIÓN

**ALTA CORRIENTE DE CONTACTO
IMPRESCINDIBLE LA CONEXIÓN
A TIERRA ANTES DE HACER
LAS CONEXIONES A LA RED
DE TELECOMUNICACIÓN**

2) ΣI_1 más I_2 debe ser conforme con los límites de la tabla 5A (véase el inciso 5.1.6).

3) Si es apropiado, dichos equipos deben ser conformes con el inciso 5.1.7. Debe utilizarse el valor de I_2 para calcular el límite del 5 % de la corriente de entrada por fase especificado en el inciso 5.1.7.

La conformidad con el inciso a) se verifica por inspección y si es necesario por prueba.

Si los equipos tienen provisión para una conexión permanente de puesta a tierra de protección de acuerdo con el inciso 1) anterior, no es necesario realizar ninguna medición, excepto que I_2 debe ser conforme con los requisitos aplicables del inciso 5.1.

Si es necesario, las pruebas de **corriente de contacto** se realizan con el instrumento de medida descrito en el apéndice D o con cualquier otro instrumento que obtenga los mismos resultados. Una fuente en corriente alterna acoplada capacitivamente de la misma frecuencia de línea y misma fase que la **red de alimentación en corriente alterna** se aplica a cada uno de los puertos de telecomunicación de manera que una corriente de 0.25 mA o la corriente real que circula desde otro equipo si se sabe que es menor, circula por el puerto de telecomunicaciones. En este instante se toman medidas de la corriente que circula por la conexión de puesta a tierra.

b) EBP cuyos puertos de telecomunicación no tienen referencia a la tierra de protección

Si los puertos de telecomunicaciones en el EBP no tienen una conexión común, cada puerto de telecomunicaciones debe ser conforme con el inciso 5.1.8.1.

Si todos los puertos de telecomunicaciones o cualquier grupo de tales puertos tienen una conexión común, la **corriente de contacto** total desde cada conexión común no debe exceder de 3.5 mA.

La conformidad con el inciso b) se verifica por inspección y si es necesario por las pruebas del inciso 5.1.8.1 o si existen puntos comunes de protección, mediante la siguiente prueba.

Una fuente en corriente alterna acoplada capacitivamente de la misma frecuencia y misma fase que la **red de alimentación en corriente alterna** se aplica a cada uno de los puertos de telecomunicación de tal manera que 0.25 mA o la corriente real desde el otro equipo si se

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

sabe que es menor, está disponible para circular por ese puerto de telecomunicación. Se prueban puntos de conexión comunes de acuerdo con el inciso 5.1, sean o no puntos accesibles.

5.2 Rigidez dieléctrica

NOTA: Cuando dentro de otros incisos de esta Norma Mexicana exista una referencia específica a realizar la prueba de rigidez dieléctrica de acuerdo con el inciso 5.2, es recomendable realizar la prueba de rigidez dieléctrica con el equipo en una condición de buena temperatura de acuerdo con el inciso 5.2.1. Cuando exista una referencia específica a realizar la prueba de rigidez dieléctrica de acuerdo con el inciso 5.2.2, es recomendable realizar la prueba de rigidez dieléctrica sin el precalentamiento de acuerdo con la prueba 5.2.1.

5.2.1 Generalidades

La rigidez dieléctrica en un **aislamiento sólido** utilizado en un equipo debe ser la adecuada.

La conformidad se verifica de acuerdo con el inciso 5.2.2 mientras el equipo esté todavía en una condición de buena temperatura inmediatamente después de la prueba del inciso 4.5.2.

Si se realiza la prueba sobre los componentes o sus subconjuntos separadamente fuera del equipo, éstos se llevan a la temperatura alcanzada por la parte durante la prueba del inciso 4.5.2 (por ejemplo colocándolos en un horno) antes de la realización de la prueba de rigidez dieléctrica. Sin embargo, se permite realizar la prueba de rigidez dieléctrica de material de lámina delgada para **aislamiento suplementario** o **aislamiento reforzado**, referido en 2.10.5.9 ó 2.10.5.10 a temperatura ambiente.

La prueba de rigidez dieléctrica no se aplica al aislamiento de transformadores entre un devanado y el núcleo o pantalla, siempre que el núcleo o pantalla esté totalmente envuelto o encapsulado y no haya conexión eléctrica al núcleo o pantalla. Sin embargo se continúan aplicando las pruebas entre partes que tengan terminales.

5.2.2 Procedimiento de prueba

A menos que se especifique lo contrario en alguna otra parte de esta Norma Mexicana el aislamiento se somete a una tensión de forma sustancialmente sinusoidal de frecuencia 60 Hz, o a una tensión en corriente continua con un valor igual a la tensión de cresta de la tensión de prueba en corriente alterna prescrita.

Las tensiones de prueba para la rigidez dieléctrica para el grado de aislamiento apropiado [**aislamiento funcional** si se requiere por el inciso 5.3.4 b), **básico**, **suplementario** o **reforzado**] se especifican en:

- la tabla 5B utilizando la **tensión de trabajo de cresta (V),** determinada en el inciso 2.10.2; o

- la tabla 5C utilizando la **tensión soportada requerida**, determinada en el capítulo G.4.

NOTAS:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

1) En varias partes de esta Norma mexicana, se especifican pruebas de rigidez dieléctrica especiales o tensiones de prueba para ciertas situaciones. Las tensiones de prueba del inciso 5.2.2 no se aplican a estas situaciones.

2) Para consideración de sobretensiones temporales, véase la NMX-J-597/1-ANCE.

Para equipos de categoría de sobretensión I y II, se permite el uso de la tabla 5B o 5C. Sin embargo, para un **circuito secundario** que no está conectado a tierra de protección ni está provisto con una pantalla protectora de acuerdo con el inciso 2.6.1 e), debe utilizarse la tabla 5C.
Para equipos de categoría de sobretensión III y IV, debe utilizarse la tabla 5C.

La tensión aplicada al aislamiento sometido a prueba se incrementa gradualmente desde cero hasta el valor de la tensión prescrita y manteniendo ese valor durante 60 s.

Cuando se requieran **pruebas de rutina** especificados en otros incisos de esta Norma Mexicana, de acuerdo con el inciso 5.2.2, se permite reducir la duración de la prueba de rigidez dieléctrica a 1 s y reducir la tensión de prueba permitida en la tabla 5C, si se utiliza, un 10 %.

No debe existir ruptura del aislamiento durante la prueba.

Se considera que ha ocurrido ruptura del aislamiento cuando la corriente que circula como consecuencia de la aplicación de la tensión de prueba, se incrementa rápidamente de forma incontrolada, esto es, el aislamiento no limita el flujo de la corriente. El efecto corona o una simple arqueo eléctrico no intencional entre partes conductoras momentáneo no se considera como una ruptura del aislamiento.

El revestimiento del aislamiento se prueba con una lámina metálica en contacto con la superficie de aislamiento. Este procedimiento se limita a lugares donde es probable que el aislamiento esté debilitado, por ejemplo cuando haya bordes afilados metálicos bajo el aislamiento. Si es posible, el revestimiento del aislamiento se prueba por separado. Se tiene cuidado de que la lámina metálica se sitúe de tal manera que no se produzca arqueo eléctrico no intencional entre partes conductoras en las aristas del aislamiento. Cuando se utilice adhesivo sobre la lámina metálica, el adhesivo debe ser conductor.

Para evitar dañar los componentes o aislamientos no implicados en la prueba, se permite la desconexión de circuitos integrados o similares y la utilización de una conexión equipotencial. Para equipos que incorporan tanto **aislamiento reforzado** como bajos grados de aislamiento, se tiene cuidado de que la tensión aplicada al **aislamiento reforzado** no sea demasiado elevada para el **aislamiento básico** o **el aislamiento suplementario**.

NOTAS:

1) Donde haya capacitores a través del aislamiento sometido a prueba (por ejemplo capacitores para filtrar señales de radiofrecuencia), es recomendable utilizar tensiones de prueba en corriente continua.

2) Los componentes de un camino en corriente continua en paralelo con el aislamiento a probar, tales como resistencias de descarga para capacitores de filtros y dispositivos limitadores de tensión o supresores de picos, deben desconectarse.

Cuando el aislamiento que envuelve un devanado de transformador varía a lo largo de la longitud del devanado de acuerdo con el punto 2.10.1.5, el método de prueba de rigidez dieléctrica se realiza con una tensión acorde con el aislamiento.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

NOTA: Un ejemplo de tal método de prueba es una tensión de prueba inducida que se aplica a una frecuencia lo suficientemente alta como para evitar la saturación del transformador. La tensión de entrada se aumenta hasta un valor que induce una tensión de salida igual a la tensión de prueba requerida.

No se aplica ninguna prueba al **aislamiento funcional**, a menos que el punto 5.3.4 b) se haya seleccionado.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 5B.- Tensiones de prueba para las pruebas de rigidez dieléctrica basados en tensiones de trabajo de cresta
Parte 1

Grado de aislamiento	Puntos de aplicación (como sea conveniente)						
	De CIRCUITO PRIMARIO a CUERPO De CIRCUITO PRIMARIO a CIRCUITO SECUNDARIO Entre partes de CIRCUITOS PRIMARIOS					De CIRCUITO SECUNDARIO a CUERPO Entre CIRCUITOS SECUNDARIOS independientes	
	TENSIÓN DE TRABAJO, V, de cresta o en corriente continua					TENSIÓN DE TRABAJO, *V*	
	Hasta 210 V, inclusive [a]	Superior a 210 V hasta 420 V, inclusive [b]	Superior a 420 V hasta 1.41 kV, inclusive	Superior a 1.41 kV hasta 10 kV, inclusive [c]	Superior a 10 kV hasta 50 kV, inclusive	Hasta 42.4 V de cresta o 60 V, inclusive en c.c. [d]	Superior a 42.4 V de cresta o 60 V en c.c. hasta 10 kV inclusive de cresta o en c.c. [d]
	Tensión de prueba, volts eficaces en c.a.						
FUNCIONAL	1 000	1 500	véase V_a en tabla 5B, parte 2	véase V_a en tabla 5B, parte 2	1.06 V	500	véase V_a en tabla 5B, parte 2
BÁSICO SUPLEMEN-TARIO	1 000	1 500	véase V_a en tabla 5B, parte 2	véase V_a en tabla 5B, parte 2	1.06 V	Sin prueba	véase V_a en tabla 5B, parte 2
REFORZADO	2 000	3 000	3 000	véase V_b en tabla 5B, parte 2	1.06 V	Sin prueba	véase V_b en tabla 5B, parte 2

Para una TENSIÓN DE TRABAJO DE CRESTA que exceda de 10 kV valor de cresta o en corriente continua en CIRCUITOS SECUNDARIOS, se emplea la misma tensión de prueba que para CIRCUITOS PRIMARIOS.

[a] Utilizar esta columna para REDES DE ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE CONTINUA no puestas a tierra con valores hasta 210 V, inclusive [véase el inciso 2.10.3.2 c)].

[b] Utilizar esta columna para REDES DE ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE CONTINUA no puestas a tierra con valores superiores a 210 V, hasta 420 V inclusive [véase el inciso 2.10.3.2 c)].

[c] Utilizar esta columna para REDES DE ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE CONTINUA no puestas a tierra con valores superiores a 420 V [véase el inciso 2.10.3.2 c)].

[d] Utilizar esta columna para corrientes continuas derivadas en el interior del equipo a partir de la RED DE ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE ALTERNA, o por las REDES DE ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE CONTINUA que están puestas a tierra dentro del mismo edificio.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 5B.- Tensiones de prueba para las pruebas de rigidez dieléctrica basados en tensiones de trabajo de cresta
Parte 2

V valor de cresta o en c.c.	V_a valor eficaz en c.a.	V_b valor eficaz en c.a.	*V* valor de cresta o en c.c.	V_a valor eficaz en c.a.	V_b valor eficaz en c.a.	V valor de cresta o en c.c.	V_a valor eficaz en c.a.	V_b valor eficaz en c.a.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

34	500	800	250	1 261	2 018	1 750	3 257	3 257
35	507	811	260	1 285	2 055	1 800	3 320	3 320
36	513	821	270	1 307	2 092	1 900	3 444	3 444
38	526	842	280	1 330	2 127	2 000	3 566	3 566
40	539	863	290	1 351	2 162	2 100	3 685	3 685
42	551	882	300	1 373	2 196	2 200	3 803	3 803
44	564	902	310	1 394	2 230	2 300	3 920	3 920
46	575	920	320	1 414	2 263	2 400	4 034	4 034
48	587	939	330	1 435	2 296	2 500	4 147	4 147
50	598	957	340	1 455	2 328	2 600	4 259	4 259
52	609	974	350	1 474	2 359	2 700	4 369	4 369
54	620	991	360	1 494	2 390	2 800	4 478	4 478
56	630	1 008	380	1 532	2 451	2 900	4 586	4 586
58	641	1 025	400	1 569	2 510	3 000	4 693	4 693
60	651	1 041	420	1 605	2 567	3 100	4 798	4 798
62	661	1 057	440	1 640	2 623	3 200	4 902	4 902
64	670	1 073	460	1 674	2 678	3 300	5 006	5 006
66	680	1 088	480	1 707	2 731	3 400	5 108	5 108
68	690	1 103	500	1 740	2 784	3 500	5 209	5 209
70	699	1 118	520	1 772	2 835	3 600	5 309	5 309
72	708	1 133	540	1 803	2 885	3 800	5 507	5 507
74	717	1 147	560	1 834	2 934	4 000	5 702	5 702
76	726	1 162	580	1 864	2 982	4 200	5 894	5 894
78	735	1 176	588	1 875	3 000	4 400	6 082	6 082
80	744	1 190	600	1 893	3 000	4 600	6 268	6 268
85	765	1 224	620	1 922	3 000	4 800	6 452	6 452
90	785	1 257	640	1 951	3 000	5 000	6 633	6 633
95	805	1 288	660	1 979	3 000	5 200	6 811	6 811
100	825	1 319	680	2 006	3 000	5 400	6 987	6 987
105	844	1 350	700	2 034	3 000	5 600	7 162	7 162
110	862	1 379	720	2 060	3 000	5 800	7 334	7 334
115	880	1 408	740	2 087	3 000	6 000	7 504	7 504
120	897	1 436	760	2 113	3 000	6 200	7 673	7 673
125	915	1 463	780	2 138	3 000	6 400	7 840	7 840
130	931	1 490	800	2 164	3 000	6 600	8 005	8 005
135	948	1 517	850	2 225	3 000	6 800	8 168	8 168
140	964	1 542	900	2 285	3 000	7 000	8 330	8 330
145	980	1 568	950	2 343	3 000	7 200	8 491	8 491
150	995	1 593	1 000	2 399	3 000	7 400	8 650	8 650
152	1 000	1 600	1 050	2 454	3 000	7 600	8 807	8 807
[a]155	1 000	1 617	1 100	2 508	3 000	7 800	8 964	8 964
[a]160	1 000	1 641	1 150	2 560	3 000	8 000	9 119	9 119
[a]165	1 000	1 664	1 200	2 611	3 000	8 200	9 273	9 273
[a]170	1 000	1 688	1 250	2 661	3 000	8 400	9 425	9 425
[a]175	1 000	1 711	1 300	2 710	3 000	8 600	9 577	9 577
[a]180	1 000	1 733	1 350	2 758	3 000	8 800	9 727	9 727
[a]184	1 000	1 751	1 400	2 805	3 000	9 000	9 876	9 876
185	1 097	1 755	1 410	2 814	3 000	9 200	10 024	10 024
190	1 111	1 777	1 450	2 868	3 000	9 400	10 171	10 171
200	1 137	1 820	1 500	2 934	3 000	9 600	10 317	10 317
210	1 163	1 861	1 550	3 000	3 000	9 800	10 463	10 463
220	1 189	1 902	1 600	3 065	3 065	10 000	10 607	10 607
230	1 214	1 942	1 650	3 130	3 130			
240	1 238	1 980	1 700	3 194	3 194			

Se permite la interpolación lineal entre puntos adyacentes de la tabla.

[a] Para estas tensiones, los valores de V se determinan por la curva general $V = 155.86\ V^{0.4638}$ y no es $1.6\ V_a$

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA 5C.- Tensiones de prueba para pruebas de rigidez dieléctrica basadas en tensiones soportadas requeridas

TENSIÓN SOPORTADA REQUERIDA hasta e inclusive kV de cresta	Tensión de prueba para AISLAMIENTO FUNCIONAL, BÁSICO o SUPLEMENTARIO	Tensión de prueba para AISLAMIENTO REFORZADO
	kV de cresta o c.c.	
0.33	0.35	0.7
0.5	0.55	1.1
0.8	0.9	1.8
1.5	1.5	3
2.5	2.5	5
4.0	4.0	8
6.0	6.0	10
8.0	8.0	13
12	12	19
V [a]	1.0 x *V*	1.6 x *V*
Se permite la interpolación lineal entre puntos adyacentes. Si el **aislamiento funcional** se prueba (como se requiere en el inciso 5.3.4 b), la tensión de prueba para una **tensión de trabajo** hasta 42.4 V de cresta o 60 V de corriente continua inclusive no debe exceder 707 V de cresta o corriente continua. Para **tensiones de trabajo** superiores, se utiliza la prueba de tensión de la tabla 5B o tabla 5C.		
[a] *V* es cualquier **tensión soportada requerida** superior a 12.0 kV		

5.3 Funcionamiento anormal y condiciones de falla

5.3.1 Protección contra sobrecargas y funcionamiento anormal

El equipo debe diseñarse de tal forma que el riesgo de incendio o choque eléctrico debido a sobrecarga mecánica o eléctrica o falla o debido a un funcionamiento anormal o un funcionamiento descuidado, se limite tanto como sea posible.

Después de un funcionamiento anormal o una falla (véase el inciso 1.4.14), el equipo debe permanecer seguro para un **operador** en el sentido de esta Norma Mexicana, pero no se requiere que el equipo deba seguir totalmente operativo. Se permite utilizar fusibles, **interruptores térmicos**, dispositivos de protección contra sobre corrientes y similares para proporcionar una adecuada protección.

La conformidad se verifica por inspección y por las pruebas del inciso 5.3. Antes de comenzar cada prueba, se comprueba que el equipo funciona correctamente.

Si un componente o subconjunto está encerrado de modo que un cortocircuito o desconexión como se especifica en el inciso 5.3 no es posible o es difícil de realizar sin dañar el equipo, se permite realizar las pruebas sobre partes de muestra provistas de una conexión de cables especial. Si esto no es posible o práctico, el componente o subconjunto como una unidad debe satisfacer la prueba.

El equipo se prueba por aplicación de todas las condiciones que pueden esperarse en un funcionamiento normal y por un previsible mal uso.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Además el equipo que está provisto de una cubierta de protección se prueba con la cubierta en su lugar en condiciones normales de reposo hasta que las condiciones de equilibrio se hayan establecido.

5.3.2 Motores

Bajo condiciones de sobrecarga, rotor bloqueado y otras condiciones anormales, los motores no deben causar un peligro debido a un exceso de temperatura.

NOTA: Métodos para lograrlo incluyen los siguientes:

- uso de motores que no se sobrecalienten bajo condiciones de rotor bloqueado (protecciones con impedancias propias o externas);
- utilización, en los **circuitos secundarios** de motores que pueden exceder los límites de temperatura permitidos pero no crean un peligro;
- uso de un dispositivo sensible a la corriente del motor;
- uso de un **interruptor térmico** integral;
- uso de un circuito detector que desconecte la potencia del motor en un intervalo lo suficientemente corto para evitar sobrecalentamientos si, por ejemplo, el motor no realiza la labor a la que está destinado.

La conformidad se verifica por la prueba aplicable del apéndice B.

5.3.3 Transformadores

Los transformadores deben estar protegidos contra sobrecargas, por ejemplo por:

- protección contra sobre corrientes;
- **interruptores térmicos** internos;
- uso de transformadores limitadores de corriente.

La conformidad se verifica por las pruebas aplicables del capítulo C.1.

5.3.4 Aislamiento funcional

Para **aislamiento funcional**, **líneas de fuga** y **distancias en el aire**, debe satisfacerse uno de los siguientes requisitos a) o b) o c).

Para el aislamiento entre un **circuito secundario** y una parte conductora inaccesible que esté puesta a tierra por razones funcionales, las **líneas de fuga** y **distancias en el aire**, deben satisfacer a) o b) o c).

a) Satisfacer los requisitos para **líneas de fuga** y **distancias en el aire** para **aislamiento funcional** del inciso 2.10 (o apéndice G).

b) Resistir las pruebas de rigidez dieléctrica para **aislamiento funcional** del inciso 5.2.2.

c) Estar cortocircuitados cuando un cortocircuito pudiera causar:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

• sobrecalentamiento de algún material creando riesgo de incendio, a menos que el material que pudiera sobrecalentarse sea de **clase V–1**, o

• daño térmico al **aislamiento básico**, **aislamiento suplementario** o **aislamiento reforzado**, creando de este modo un riesgo de choque eléctrico.

Los criterios para la conformidad con el inciso 5.3.4 c) se dan en el inciso 5.3.9.

5.3.5 Componentes electromecánicos

Cuando es probable que se produzca un peligro, los componentes electromecánicos distintos de los motores se verifican para ver si cumplen con el inciso 5.3.1 aplicando las siguientes condiciones:

– los movimientos mecánicos deben bloquearse en la posición más desfavorable mientras el componente esté alimentado normalmente; y

– en el caso de que un componente esté alimentado normalmente de forma intermitente, debe simularse una falla en el circuito de mando para causar una alimentación continua del componente.

La duración de cada prueba debe ser como sigue:

– para equipos o componentes cuya falla de funcionamiento no es evidente para el **operador**: mientras sea necesario para establecer las condiciones de equilibrio o hasta la interrupción del circuito debido a otras consecuencias de la condición de falla simulada, lo que sea más corto; y

– para otros equipos y componentes: 5 min o hasta la interrupción del circuito debido a la falla del componente (por ejemplo, destrucción térmica) o a otras consecuencias de la condición de falla simulada, lo que sea más corto.

Para los criterios para la conformidad véase el inciso 5.3.9.

5.3.6 Amplificadores de audio en equipos de tecnologías de la información

Los equipos que tengan amplificadores de audio deben probarse de acuerdo con los incisos 4.3.4 y 4.3.5 de la Norma Mexicana NMX-I-062-NYCE. El equipo debe hacerse funcionar normalmente antes de realizar las pruebas.

5.3.7 Simulación de fallas

Para los componentes y circuitos no cubiertos por las especificaciones de los incisos 5.3.2, 5.3.3, 5.3.5 y 5.3.6, la conformidad se verifica por una simulación de las condiciones de falla único (véase el inciso 1.4.14).

Los siguientes fallas se simulan:

a) Cortocircuito o desconexión de los componentes de los **circuitos primarios.**

b) Cortocircuito o desconexión de los componentes cuando la falla pudiera afectar adversamente al **aislamiento suplementario** o al **aislamiento reforzado**.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

c) Cortocircuito, desconexión o sobrecarga de todos los componentes y partes aplicables salvo que cumplan con los requisitos del inciso 4.7.3.

NOTA: Una condición de sobrecarga es cualquier condición entre la condición de **carga normal** y la condición de corriente máxima, hasta cortocircuito.

d) Fallas surgidas de la conexión de la impedancia de carga más desfavorable a los conectores y terminales que distribuyen salidas de potencia o señal desde el equipo, diferentes a las salidas de potencia de red de alimentación.

e) Otras primeras fallas especificados en el inciso 1.4.14.

Cuando existan múltiples salidas con la misma circuitería interna, la prueba se realiza sólo sobre una salida de muestra.

Para los componentes de **circuitos primarios** asociados con las entradas de la red de alimentación, tales como los cables de alimentación, conectores de aparato, componentes de filtros de CEM, interruptores y su cableado de interconexión, no se simula ninguna falla, siempre que el componente sea conforme con el inciso 5.3.4 a) o 5.3.4 b).

NOTA: Tales componentes están sujetos a otros requisitos de esta Norma Mexicana, cuando sean aplicables, incluidos aquellos de los incisos 1.5.1, 2.10.5, 4.7.3 y 5.2.2.

Además de los criterios para la conformidad dados en el inciso 5.3.9, las temperaturas en el transformador que alimenta los componentes sometidos a prueba, no deben exceder las temperaturas especificadas en el capítulo C.1 y debe tenerse en cuenta la excepción detallada en el capítulo C.1 respecto a los transformadores que necesitan reemplazamiento.

5.3.8 Equipos sin supervisión

Los equipos destinados a un uso sin supervisión provistos de **termostatos**, **limitadores de temperatura** y **interruptores térmicos** o provistos de un capacitor no protegido por un fusible o similar conectado en paralelo con las conexiones, están sujetos a las siguientes pruebas:

Se evalúa la conformidad para **termostatos**, **limitadores de temperatura** y **interruptores térmicos** con los requisitos del capítulo K.6.

El equipo funciona bajo las condiciones especificadas en el inciso 4.5.2 y cualquier control que se utiliza para limitar la temperatura, se cortocircuita. Si el equipo está provisto de más de un **termostato, limitador de temperatura** o **interruptor térmico**, todos ellos se cortocircuitan, uno cada vez.

Si no se produce la interrupción de la corriente, la alimentación del equipo se corta tan pronto como se alcancen condiciones de equilibrio y se permite que el equipo se enfríe hasta aproximadamente la temperatura ambiente.

Para equipos no previstos para funcionamiento continuo, la prueba se repite hasta lograr la temperatura de equilibrio, independientemente del **tiempo de funcionamiento asignado** o **el tiempo de reposo asignado**. Para esta prueba los **termostatos**, **limitadores de temperatura** y **interruptores térmicos** no se cortocircuitan.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Si en alguna prueba un **interruptor térmico de restablecimiento manual** actúa, o si la corriente se interrumpe por alguna otra causa antes de llegar a la temperatura de equilibrio, el periodo de calentamiento se considera finalizado; pero si la interrupción es debida a la ruptura de una parte intencionadamente débil, la prueba se repite sobre una segunda muestra. En ambas muestras debe cumplirse con las condiciones especificadas en el inciso 5.3.9.

5.3.9 Criterios para la conformidad para funcionamiento anormal y condiciones de falla

5.3.9.1 Durante las pruebas

Durante las pruebas de los incisos 5.3.4 c), 5.3.5, 5.3.7 y 5.3.8 y del capítulo C.1:

- si se da un incendio, éste no debe propagarse más allá del equipo; y
- el equipo no debe emitir metal fundido; y
- el gabinete no debe deformarse de modo que sea causa de no conformidad con los incisos 2.1.1, 2.6.1, 2.10.3 (o apéndice G) y 4.4.1.

Por otra parte, durante las pruebas del inciso 5.3.7 c), salvo especificación contraria, la temperatura de los materiales aislantes diferentes a materiales termoplásticos, no debe superar los de la tabla 5D.

TABLA 5D.- Límites de temperatura para condiciones de sobrecarga

Clase de temperatura							
150 (A)	**120 (E)**	**130 (B)**	**155 (F)**	**180 (H)**	**200**	**220**	**250**
150	165	175	200	225	245	265	295
Las designaciones A a H, asignadas inicialmente en la Norma Mexicana NMX-J-640-ANCE a las clases de temperatura 105 a 180, se dan entre paréntesis.							

Si la falla del aislamiento no conllevara que fueran accesibles **tensiones peligrosas** o **niveles de energía peligrosos**, se permite una temperatura máxima de 300 ºC. Se permiten temperaturas superiores para aislamientos fabricados con vidrio o materiales cerámicos.

5.3.9.2 Después de las pruebas

Después de las pruebas de los incisos 5.3.4 c), 5.3.5, 5.3.7 y 5.3.8 y del capítulo C.1, se realiza una prueba de rigidez dieléctrica de acuerdo con el inciso 5.2.2 sobre:

- **aislamiento reforzado**; y
- **aislamiento básico** o **aislamiento suplementario** que forma parte del **aislamiento doble**; y
- **aislamiento básico** entre el **circuito primario** y el borne de puesta a tierra de protección;

si alguna de las siguientes condiciones aplica:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- las **líneas de fuga** o **distancias en el aire** se han reducido por debajo del valor especificado en el inciso 2.10 (o apéndice G); o
- el aislamiento muestra signos visibles de deterioro; o
- el aislamiento no puede inspeccionarse.

6 CONEXIÓN A REDES DE TELECOMUNICACIÓN

Si el equipo ha de conectarse a una **red de telecomunicación**, se aplican los requisitos del capítulo 6 además de los requisitos de los capítulos 1 a 5 de esta Norma Mexicana.

NOTAS:

1) Se supone que se han tomado las medidas adecuadas, de acuerdo con la recomendación indicada en el inciso P.48 del apéndice P, para reducir la posibilidad de que una sobretensión que se presente sobre el equipo exceda 1.5 kV de cresta. En instalaciones donde las sobretensiones aplicadas a los equipos puedan exceder 1.5 kV de cresta, puede ser necesario la adopción de medidas adicionales tales como supresores de picos.

2) Los requisitos legales pueden existir en relación con la conexión de equipos de tecnologías de la información a una **red de telecomunicación** operada por un operador de la red pública.

3) Los requisitos de los incisos 2.3.2, 6.1.2 y 6.2 pueden aplicarse al mismo aislamiento físico o a la misma **distancia en el aire**.

4) El sistema de **red de alimentación en corriente alterna**, si se utiliza como un medio de transmisión de comunicaciones, no es una **red de telecomunicación** (véase el inciso 1.2.13.8) y no se aplica el capítulo 6. Los otros capítulos de esta Norma Mexicana se aplican para los componentes de acoplamiento, tales como transformadores de señal, conectados entre la red de alimentación y otros circuitos. Los requisitos para el **aislamiento doble** o **aislamiento reforzado** se aplican generalmente. Véase también la NMX-J-597/1-ANCE y el apéndice Z para las sobretensiones a esperar en diferentes puntos del sistema de **red de alimentación en corriente alterna**.

6.1 Protección del personal de mantenimiento de la red de telecomunicación y usuarios de otros equipos conectados a la red, de peligros en el equipo

6.1.1 Protección contra tensiones peligrosas

Los circuitos a conectarse directamente a una **red de telecomunicación** deben ser conformes con los requisitos para un **circuito MBTS** o un **circuito TNV**.

Cuando la protección de la **red de telecomunicación** se confíe a la puesta a tierra de protección del equipo, las instrucciones de instalación y otros documentos aplicables deben establecer que la integridad de la puesta a tierra de protección debe asegurarse, véase también el inciso 1.7.2.1.

La conformidad se verifica por inspección y por medición.

6.1.2 Separación entre la red de telecomunicación y la tierra

6.1.2.1 Requisitos

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Salvo lo especificado en el inciso 6.1.2.2, debe haber aislamiento entre el circuito destinado a conectarse a una **red de telecomunicación** y cualquier parte o circuito que está puesto a tierra en algunas aplicaciones ya sea en el interior del EBP o a través de otro equipo.

Los supresores de picos que puentean el aislamiento deben tener una tensión de funcionamiento nominal V_{op} (por ejemplo, la descarga disruptiva de un tubo de descarga de gas) de:

$$V_{op} = V_{pico} + \Delta V_{sp} + \Delta V_{sa}$$

Donde:

V_{pico} es uno de los siguientes valores:
para equipos previstos para instalarse en una zona donde la tensión nominal de la **red de alimentación en corriente alterna** supere 130 V: 360 V
para los demás equipos: 180 V

ΔV_{sp} es el incremento máximo de la tensión de funcionamiento nominal debido a variaciones en la producción del componente. Si esto no se especifica por el fabricante del componente, ΔV_{sp} se debe tomar como el 10 % de la tensión de funcionamiento nominal del componente.

ΔV_{sa} es el incremento máximo de la tensión de funcionamiento nominal debido al envejecimiento del componente sobre la vida esperada del equipo. Si esto no se especifica por el fabricante del componente, ΔV_{sa} se debe tomar como el 10 % de la tensión de funcionamiento nominal del componente.

NOTA: ($\Delta V_{sp} + \Delta V_{sa}$) puede ser un único valor proporcionado por el fabricante del componente.

La conformidad se verifica por inspección y por las siguientes pruebas. Los requisitos de dimensión y construcción del inciso 2.10 y del apéndice G no se aplican para la conformidad con el inciso 6.1.2.

El aislamiento se somete a una prueba de rigidez dieléctrica conforme con el inciso 5.2.2. La tensión de prueba en corriente alterna es como sigue:

- para equipos destinados a instalarse en un área donde la tensión nominal de la **red de alimentación en corriente alterna** supera los 130 V: 1.5 kV
- para los demás equipos: 1.0 kV.

Las tensiones de prueba se aplican tanto si el equipo se alimenta desde la **red de alimentación en corriente alterna** como si no.

Los componentes que puentean el aislamiento y que se dejan en su lugar durante la prueba de rigidez dieléctrica no deben dañarse. No debe haber ruptura del aislamiento durante la prueba de rigidez dieléctrica.

Se permite retirar componentes que puentean el aislamiento, diferentes a los capacitores, durante la prueba de rigidez dieléctrica.

Si se elige esta opción, se realiza una prueba adicional con un circuito de prueba de acuerdo con la figura 6A con todos los componentes en su lugar.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Para equipos alimentados desde una **red de alimentación en corriente alterna**, la prueba se realiza con una tensión igual a la **tensión nominal** del equipo o la mayor tensión del **intervalo de tensiones nominales**. Para equipos alimentados desde una **red de alimentación en corriente continua**, la prueba se realiza con una tensión igual a la mayor tensión nominal de la **red de alimentación en corriente alterna** en la región donde se utiliza el equipo, por ejemplo, 230 V para Europa o 120 V para Norteamérica.

NOTA: la tensión de alimentación de la red telefónica en México es de 48 V c.c.

La corriente que circula en el circuito de prueba de la figura 6A no debe exceder de 10 mA.

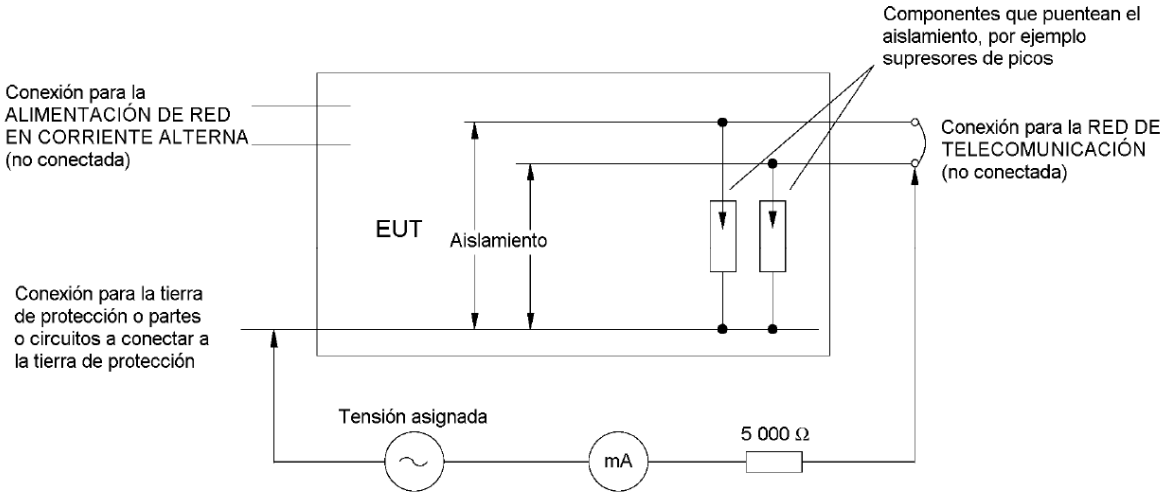

Componentes que puentean el aislamiento, por ejemplo supresores de picos
Conexión para la ALIMENTACIÓN DE RED EN CORRIENTE ALTERNA (no conectada)
Conexión para la RED DE TELECOMUNICACIÓN (no conectada)
EUT
Aislamiento
Conexión para la tierra de protección o partes o circuitos a conectar a la tierra de protección
Tensión asignada
mA
5 000 Ω

FIGURA 6A.- Prueba para la separación entre la red de telecomunicación y tierra

6.1.2.2 Exclusiones

Los requisitos del inciso 6.1.2.1 no se aplican en ninguno de los equipos siguientes:

- **equipo conectado permanentemente o equipo alimentado por toma de corriente tipo B**;
- equipo destinado a instalarse por **personal de mantenimiento** y que tiene instrucciones de instalación que requieren que el equipo se conecte a una toma de corriente con una conexión de puesta a tierra de protección (véase el inciso 6.1.1);
- equipo provisto de un **conductor de puesta a tierra de protección** permanentemente conectado y provisto de instrucciones para la instalación de dicho conductor.

6.2 Protección de los usuarios del equipo contra las sobretensiones en las redes de telecomunicación

6.2.1 Requisitos de separación

Los equipos deben estar provistos de una separación eléctrica adecuada entre un **circuito TNV-1** o un **circuito TNV-3** y las siguientes partes del equipo.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

a) Partes conductoras no puestas a tierra y partes no conductoras del equipo susceptibles de sostenerse o mantenerse de otro modo en contacto continuo con el cuerpo durante la utilización normal (por ejemplo, un teléfono, auricular o la superficie del reposa manos de una computadora portátil o de sobremesa).

b) Partes y circuitos que pueden tocarse con el dedo de prueba de la figura 2A (véase el inciso 2.1.1.1), excepto contactos de conectores que no pueden tocarse con la sonda de prueba de la figura 2C (véase el inciso 2.1.1.1).

c) **circuitos MBTS**, **TNV-2** o de **corriente limitada** provistos para la conexión de otros equipos. El requisito de separación se aplica tanto si los circuitos son accesibles como si no.

Estos requisitos no se aplican cuando el análisis de los circuitos y la investigación del equipo indican que la seguridad se asegura por otros medios, por ejemplo, entre dos circuitos que cada uno tiene una conexión permanente a tierra de protección.

La conformidad se verifica por inspección y por las pruebas del inciso 6.2.2. Los requisitos del inciso 2.10 y del apéndice G respecto las dimensiones y construcción no se aplican para la conformidad con el inciso 6.2.1.

NOTA: Los requisitos del inciso 2.10 y el apéndice G pueden aplicarse para la conformidad con los incisos 2.2 y 2.3. Véanse la notas 4 y 5 de la tabla 2H.

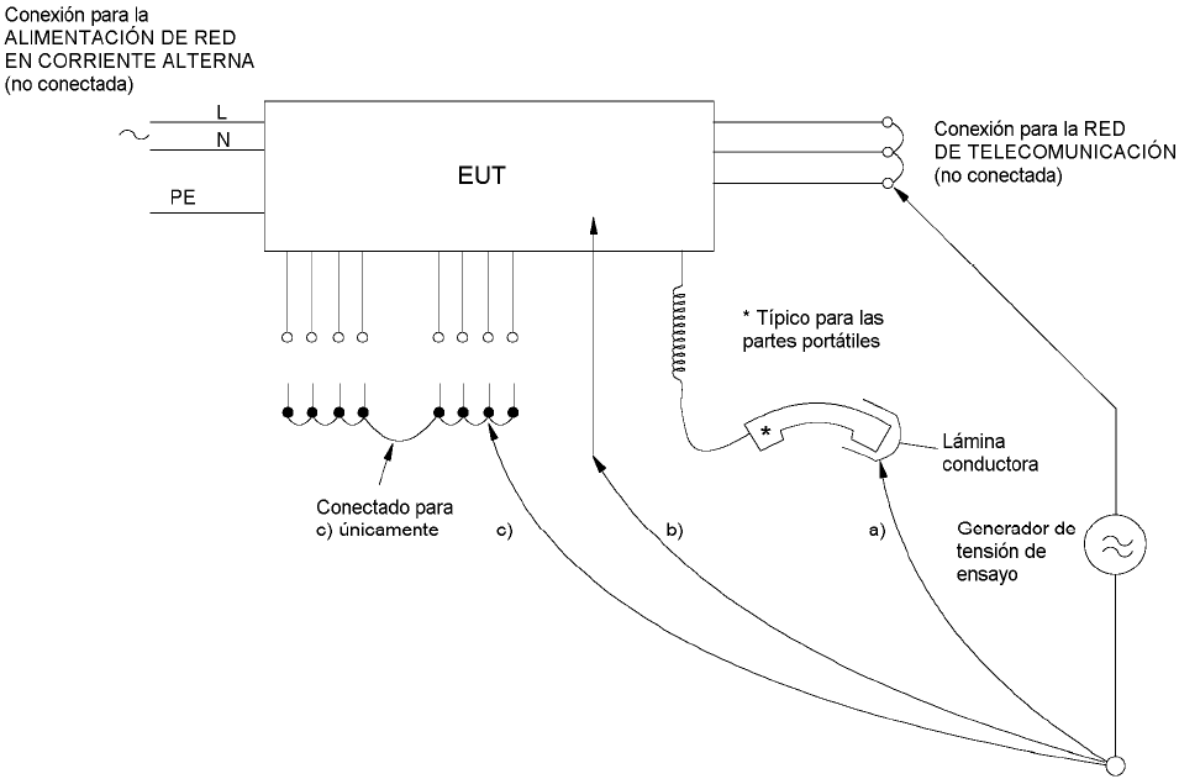


FIGURA 6B.- Puntos de aplicación de la tensión de prueba

6.2.2 Procedimiento de prueba de la rigidez dieléctrica

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

La conformidad con el inciso 6.2.1 se verifica por la prueba del inciso 6.2.2.1 ó 6.2.2.2.

Si una prueba se aplica a un componente (véase el inciso 1.4.3), por ejemplo un transformador de señal, que está claramente destinado a proporcionar la separación requerida, el componente no debe desviarse por otros componentes, dispositivos de montaje o cableado, a menos que estos componentes o cableado sean conformes también con los requisitos de separación del inciso 6.2.

Para las pruebas, todos los conductores destinados a conectarse a la **red de telecomunicación** se conectan juntos(véase la figura 6B), incluyendo cualquier conductor que la autoridad de la **red de telecomunicación** requiera poner a tierra. De la misma manera, todos los conductores destinados a conectarse a otros equipos se conectan juntos para las pruebas relativas al inciso 6.2.1 c).

Las partes no conductoras se prueban con una lámina metálica en contacto con la superficie. Cuando se utiliza una lámina metálica adhesiva, el adhesivo debe ser conductor.

6.2.2.1 Prueba de impulso

La separación eléctrica se somete a 10 impulsos de polaridad alternada, utilizando el generador de impulsos de prueba de referencia 1 de la tabla N.1. El intervalo entre impulsos sucesivos es de 60 s y V_c es igual:

- para el inciso 6.2.1 a): 2.5 kV; y
- para el inciso 6.2.1 b) y el inciso 6.2.1 c): 1.5 kV.

NOTA: El valor de 2.5 kV para el inciso 6.2.1 a) se ha elegido principalmente para asegurar la adecuación del aislamiento concerniente y no necesariamente para simular posibles sobretensiones.

6.2.2.2 Prueba en estado de equilibrio

La separación eléctrica se somete a una prueba de rigidez dieléctrica de acuerdo con el inciso 5.2.2.

La tensión de prueba en corriente alterna es:

- para el inciso 6.2.1 a): 1.5 kV; y
- para el inciso 6.2.1 b) y el inciso 6.2.1 c): 1.0 kV.

Para los incisos 6.2.1 b) y 6.2.1 c) se permite retirar los supresores de picos, siempre que dichos dispositivos satisfagan la prueba de impulso del inciso 6.2.2.1 para los incisos 6.2.1 b) y 6.2.1 c) cuando se prueban como componentes exteriores al equipo. Para el inciso 6.2.1 a) los supresores de picos no deben retirarse.

6.2.2.3 Criterios para la conformidad

Durante las pruebas de los incisos 6.2.2.1 y 6.2.2.2, no debe existir ruptura del aislamiento.

La ruptura del aislamiento se considera que ha ocurrido cuando la corriente que circula como resultado de la aplicación de la tensión de prueba aumenta rápidamente de manera incontrolada, esto es que el aislamiento no restringe el flujo de corriente.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Si un supresor de sobretensión se activa (o si sucede una descarga disruptiva dentro de un tubo de descarga de gas) durante la prueba:

- para el inciso 6.2.1 a), tal funcionamiento representa una falla; y
- para los incisos 6.2.1 b) y 6.2.1 c), tal funcionamiento se permite durante la prueba de impulso; y
- para los incisos 6.2.1 b) y 6.2.1 c), tal funcionamiento durante la prueba de rigidez dieléctrica (por cualquier supresor de sobretensión dejado en su lugar) representa una falla.

Para las pruebas de impulso, los daños al aislamiento se verifican por uno de los dos métodos siguientes:

- durante la aplicación de los impulsos, por observación de los oscilogramas. El funcionamiento de un supresor de sobretensión o la ruptura del aislamiento se juzga por la forma de un oscilograma;
- después de la aplicación de todos los impulsos, por una prueba de resistencia de aislamiento. Se permite la desconexión de los supresores de picos durante la medida de la resistencia de aislamiento. La tensión de prueba es de 500 V en corriente continua o si los supresores de picos se dejan en su lugar, una tensión de prueba en corriente continua inferior en un 10 % a la tensión de funcionamiento o de activación de los supresores de picos. La resistencia de aislamiento no debe ser menor de 2 MΩ.

NOTA: Una descripción de los procedimientos para apreciar si hay un funcionamiento de un supresor de sobretensiones o una ruptura del aislamiento, usando los oscilogramas, se da en el apéndice S.

6.3 Protección del sistema de cableado de telecomunicación contra sobrecalentamientos

El equipo destinado a suministrar potencia a través del sistema de cableado de telecomunicación a un equipo remoto debe limitar la corriente de salida a un valor que no cause deterioros al sistema de cableado de telecomunicación, debido a un sobrecalentamiento, en cualquier condición de carga externa. La corriente continua máxima desde el equipo no debe exceder un límite de corriente que sea adecuado para el diámetro mínimo del conductor especificado en las instrucciones de instalación del equipo. El límite de corriente es 1.3 A si tal cableado no se especifica.

NOTAS:

1) El dispositivo de protección contra las sobre corrientes puede ser un dispositivo discreto como un fusible, o un circuito que realice dicha función.

2) El diámetro mínimo del cable normalmente usado en cableados de telecomunicaciones es de 0.4 mm, para el que la corriente continua máxima por un cable multipar es de 1.3 A. Este cableado no suele estar contemplado en las instrucciones de instalación del equipo, ya que el cableado suele instalarse independientemente de la instalación del equipo.

3) Una limitación de corriente adicional puede ser necesaria para equipos destinados a conectarse a redes que están sujetas a sobretensiones, debido a parámetros de funcionamiento para dispositivos de protección.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

La conformidad se verifica como sigue.

Si la limitación de la corriente es debida a la impedancia inherente a la fuente de potencia, se mide la corriente de salida a través de cualquier carga resistiva, incluyendo un cortocircuito. El límite de corriente no debe sobrepasarse después de 60 s de prueba.

Si la limitación de corriente se proporciona por un dispositivo de protección contra sobre corrientes con una característica tiempo/corriente especificada:

– la característica tiempo/corriente debe mostrar que una corriente igual al 110 % del límite de corriente se interrumpe en 60 min; y

NOTA: Las características tiempo/corriente de fusibles tipo gD y tipo gN especificados en la norma indicada en el inciso P.49 del apéndice P cumplen con el límite mencionado. Los fusibles tipo gD o gN de corriente nominal 1 A, cumplen con el límite de corriente de 1.3 A.

– la corriente de salida circulando a través de cualquier carga resistiva, incluyendo un cortocircuito, con el dispositivo de protección contra sobre corrientes desviado, medida después de 60 s de la prueba, no debe exceder de 1 000/V, donde V es la tensión de salida medida de acuerdo con el inciso 1.4.5 con todos los circuitos de carga desconectados.

Si la limitación de corriente se proporciona por un dispositivo de protección contra sobre corrientes que no tiene una característica de tiempo/corriente especificada:

– la corriente de salida circulando a través de cualquier carga resistiva, incluyendo un cortocircuito, no debe exceder el límite de corriente después de 60 s de la prueba; y

– la corriente de salida circulando a través de cualquier carga resistiva, incluyendo un cortocircuito, con el dispositivo de protección contra sobre corrientes desviado, medida después de 60 s de la prueba, no debe exceder de 1 000/V, donde V es la tensión de salida medida de acuerdo con el inciso 1.4.5 con todos los circuitos de carga desconectados.

7 CONEXIÓN A LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN POR CABLE

7.1 Generalidades

Si el equipo ha de conectarse a un **sistema de distribución por cable**, se aplican los requisitos del capítulo 7 además de los requisitos de los capítulos 1 a 5 de esta Norma Mexicana.

NOTAS:

1) A menos que la conexión utilice un cable coaxial, el circuito no es un sistema de distribución por cable y se aplica el capítulo 6.

2) Se asume que se han tomado las medidas adecuadas para reducir la probabilidad de que las sobretensiones transitorias que se presentan en los equipos exceden los siguientes valores:

   – 10 kV para equipos a conectar sólo a una antena exterior.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

– 4 kV para otros equipos, véanse las recomendaciones indicadas en los incisos P.50, P.36 Y P.31 del apéndice P;

En instalaciones donde las sobretensiones que se presentan en el equipo pueden exceder estos valores, pueden ser necesarias medidas adicionales como supresores de picos.

3) Pueden existir requisitos legales con respecto a la conexión de los equipos de tecnologías de información a un sistema de distribución por cable operado por un operador de la red pública.

4) El sistema de **red de alimentación en corriente alterna**, si se usa como medio de comunicación, no es un **sistema de distribución por cable** (véase el inciso 1.2.13.14) y el capítulo 7 no se aplica. Para equipos a conectar a esos sistemas, se aplican los otros capítulos de esta Norma Mexicana a los componentes de acoplamiento, como transformadores de señal y capacitores, conectados entre la red de alimentación y otros circuitos. Generalmente se aplican los requisitos para el **aislamiento doble** o el **aislamiento reforzado**. Véase también el apéndice Z de esta Norma Mexicana y la NMX-J-597/1-ANCE para las sobretensiones a esperar en varios puntos del sistema de **red de alimentación en corriente alterna**.

5) Se asume que el blindaje del cable está puesto a tierra de acuerdo con los requisitos de instalación de la norma indicada en el inciso P.32 del apéndice P.

7.2 Protección de personal de mantenimiento del sistema de distribución por cable y de los usuarios de otros equipos conectados al sistema, contra las tensiones peligrosas del equipo

Los circuitos destinados a estar directamente conectados a los **sistemas de distribución por cable** deben cumplir con los requisitos para un **circuito TNV-1**, un **circuito TNV-3** o un **circuito secundario** a **tensión peligrosa**, dependiendo de la tensión normal de funcionamiento.

Cuando la protección del **sistema de distribución por cable** se confía a la puesta a tierra de protección del equipo, las instrucciones de instalación y otra documentación aplicable debe establecer que la integridad de la tierra de protección tiene que estar asegurada, véase también el inciso 1.7.2.1.

La conformidad se verifica por inspección y por medición.

7.3 Protección de los usuarios del equipo contra las sobretensiones de los sistemas de distribución por cable

Los requisitos y pruebas del inciso 6.2 se aplican excepto que el término **"red de telecomunicación"** se sustituye por **"sistema de distribución por cable"** a lo largo de todo el inciso 6.2. Cuando se aplica el inciso 6.2 a los **sistemas de distribución por cable**, los requisitos de separación se aplican sólo a las partes del circuito que están directamente conectadas a un conductor (o conductores) interior de un cable coaxial; los requisitos de separación no se aplican a aquellas partes de circuito que están directamente conectadas a la pantalla o pantallas exteriores.

Sin embargo, los requisitos de separación y pruebas de los incisos 6.2.1 a), b) y c) no se aplican a los **sistemas de distribución por cable** si se aplica todo lo siguiente:

– el circuito en consideración es un **circuito TNV-1**; y

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- el lado común opuesto a tierra del circuito se conecta a la pantalla del cable coaxial, todas las partes accesibles y circuitos (**MBTS**, partes metálicas accesibles y **circuitos para limitar la corriente**, si existen); y

- la pantalla del cable coaxial está prevista para conectarse a tierra en la instalación del edificio.

La conformidad se verifica por inspección, por la aplicación de los requisitos aplicables y las pruebas del inciso 6.2.

7.4 Aislamiento entre circuitos primarios y sistemas de distribución por cable

7.4.1 Generalidades

Excepto como se especifica a continuación, el aislamiento entre el **circuito primario** y el borne o guía suministrada para la conexión de un **sistema de distribución por cable** debe cumplir con:

- la prueba de sobretensión del inciso 7.4.2 para equipos destinados a conectarse a antenas exteriores; o

- la prueba de impulso del inciso 7.4.3 para equipos destinados a conectarse a otros **sistemas de distribución por cable**.

Si un equipo está destinado a conectarse tanto a una antena exterior como a otro **sistema de distribución por cable**, debe probarse de acuerdo a ambos incisos 7.4.2 y 7.4.3.

El requisito anterior no se aplica a ninguno de los siguientes equipos:

- equipos destinados a usarse sólo en el interior, provistos de una antena incorporada (integral) y no provistos de una conexión a un **sistema de distribución por cable;**

- **equipos conectados permanentemente**, o **equipos alimentados por toma de corriente de tipo B**, en los que el circuito destinado a conectarse al **sistema de distribución por cable** esté también conectado a la tierra de protección de acuerdo con el inciso 2.6.1 e);

- **equipos alimentados por toma de corriente de tipo A**, en los que el circuito destinado a conectarse al **sistema de distribución por cable** esté también conectado a la tierra de protección de acuerdo con el inciso 2.6.1 e); y

  - esté destinado a que lo instale **personal de mantenimiento** y tenga instrucciones de instalación que requieran que el equipo se conecte a una toma de corriente con una conexión de puesta a tierra de protección; o

  - esté preparado para estar conectado permanentemente al **conductor de puesta a tierra de protección**, incluyendo las instrucciones para la instalación de ese conductor.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

La conformidad se verifica por inspección y si fuera necesario por la prueba de sobretensión del inciso 7.4.2 o la prueba de impulso del inciso 7.4.3.

NOTA: Las **distancias en el aire** mínimas se determinan mediante los requisitos del inciso 2.10.3 (o apéndice G). Puede ser necesario aumentar las **distancias en el aire** entre los **circuitos primarios** y los **circuitos secundarios** destinados a conectarse a los **sistemas de distribución por cable** de forma que los circuitos puedan cumplir con las pruebas de los incisos 7.4.2 ó 7.4.3.

7.4.2 Prueba de sobretensión

La prueba se aplica entre las terminales del circuito de alimentación y el borne de puesta a tierra de protección, si lo hubiera, unidos y los puntos de conexión para el **sistema de distribución por cable**, excluyendo cualquier conductor puesto a tierra, unidos. Todos los componentes conectados entre los puntos de conexión para el **sistema de distribución por cable** y el borne de puesta a tierra de protección principal se desconectan antes de la prueba. El interruptor de "encendido/apagado", si existe, se sitúa en la posición "encendido".

Los impulsos de acondicionamiento se aplican entre:

- los puntos de conexión para el **sistema de distribución por cable**, excluyendo cualquier conductor puesto a tierra, unidos; y

- las terminales del circuito de alimentación y el borne de puesta a tierra de protección principal, si existe, unidos.

Se aplican cincuenta descargas con el generador de prueba de impulsos de la referencia 3 de la tabla N.1, a una tasa máxima de 12 descargas por minuto, con V_c igual a 10 kV. Después de la prueba anterior se aplican las pruebas de rigidez dieléctrica adecuados del inciso 5.2.2.

7.4.3 Prueba de impulso

La prueba se aplica entre las terminales del circuito de alimentación y el borne de puesta a tierra de protección, si lo hubiera, unidos y los puntos de conexión para el **sistema de distribución por cable**, excluyendo cualquier conductor puesto a tierra unido. Todos los componentes conectados entre los puntos de conexión para el **sistema de distribución por cable** y el borne de puesta a tierra de protección principal se desconectan antes de la prueba. El interruptor de "encendido/apagado", si existe, se sitúa en la posición "encendido". Se aplican diez impulsos de polaridad alternada con generador de prueba de impulsos de la referencia 1 de la tabla N.1. El intervalo entre los sucesivos impulsos es de 60 s, con V_c igual a:

- 5 kV para repetidores telealimentados;

- 4 kV para el resto de terminales y equipos de la red.

Después de la prueba anterior se aplican las pruebas de rigidez dieléctrica adecuados del inciso 5.2.2.

8 BIBLIOGRAFÍA

NMX-I-250-1997-NYCE Seguridad de los equipos de procesamiento de la información. Publicación en el Diario Oficial de la Federación: 2 de noviembre de 1998.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

9 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta Norma Mexicana coincide totalmente con la IEC 60950-1 ed2.1, Information technology equipment - Safety - Part 1: General requirements.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE A
(Normativo)

PRUEBAS DE RESISTENCIA AL CALOR Y FUEGO

Debe tenerse en cuenta que durante las pruebas pueden emitirse gases tóxicos. Cuando sea apropiado deben realizarse las pruebas en una campana ventilada o en una habitación bien ventilada, aunque libre de corrientes de aire que puedan invalidar los pruebas.

A.1 Prueba de inflamabilidad para gabinetes contra el fuego de equipos móviles con una masa total superior a 18 kg y de equipos fijos (véase el inciso 4.7.3.2)

A.1.1 Muestras

Se prueban tres muestras, cada una consistente en un gabinete **contra el fuego** completa o una sección del gabinete **contra el fuego** que represente el espesor de pared significativo más delgado e incluyendo toda abertura de ventilación.

A.1.2 Acondicionamiento de las muestras

Antes de la prueba, las muestras se acondicionan en un horno de aire circulante durante un periodo de 7 días (168 h), con una temperatura uniforme 10 K más alta que la máxima temperatura alcanzada por el material medido durante la prueba del inciso 4.5.2 o 70 ºC, lo que sea más alto y posteriormente se enfrían hasta la temperatura ambiente.

A.1.3 Montaje de las muestras

Las muestras se montan de la misma forma que lo son en el uso real. Una capa de algodón quirúrgico no tratado se coloca 300 mm debajo del punto de aplicación de la flama de prueba.

A.1.4 Flama de prueba

Se usa la flama de prueba de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-J-565/3-ANCE.

A.1.5 Procedimiento de prueba

La flama de prueba se aplica a una superficie interior de la muestra, en un lugar que se juzga como susceptible de inflamarse porque está próxima a una fuente de ignición. Si una parte vertical está involucrada, la flama se aplica con un ángulo de aproximadamente 20º desde la vertical. Si las aberturas de ventilación están involucradas, la flama se aplica a un borde de una abertura y si no a una superficie sólida. En todos los casos el extremo del cono interno azul está en contacto con la muestra. La flama se aplica durante 5 s y se retira durante 5 s. Esta operación se repite hasta que la muestra se haya sometido a cinco aplicaciones de la flama de prueba en el mismo punto.

La prueba se repite en las otras dos muestras. Si más de una parte del gabinete **contra el fuego** está cerca de una fuente de ignición, la prueba se aplica con la flama sobre diferentes puntos de cada muestra.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

A.1.6 Criterios para la conformidad

Durante la prueba la muestra no debe liberar gotas o partículas candentes capaces de encender el algodón quirúrgico. La muestra no debe continuar quemándose más de 1 min después de la quinta aplicación de la flama de prueba y no debe quedar consumida totalmente.

A.2 Pruebas de inflamabilidad para gabinetes contra el fuego de equipos móviles con una masa que no excede 18 kg y para materiales y componentes situados en el interior de gabinetes contra el fuego (véanse los incisos 4.7.3.2 y 4.7.3.4)

A.2.1 Muestras

Se prueban tres muestras. Para **gabinetes contra el fuego**, cada muestra consiste en un gabinete **contra el fuego** completa o en una sección del gabinete **contra el fuego** que represente el espesor de pared significativo más delgado incluyendo todas las aberturas de ventilación. Para materiales localizados en el interior del gabinete **contra el fuego**, cada muestra de material consiste en uno de los siguientes incisos:

- una parte completa; o
- una sección de la parte que represente el espesor de pared significativo más delgado; o
- una placa o barra de prueba de espesor uniforme que represente la sección significativa más delgada de la parte.

Para los componentes localizados en el interior del gabinete **contra el fuego**, cada muestra es un componente completo.

A.2.2 Acondicionamiento de las muestras

Antes de la prueba, las muestras se acondicionan en un horno de aire circulante durante un periodo de 7 días (168 h), a una temperatura uniforme 10 K más alta que la máxima temperatura alcanzado por la parte medida durante la prueba del inciso 4.5.2 o 70 ºC, lo que sea más alto y posteriormente enfriar hasta la temperatura ambiente.

A.2.3 Montaje de las muestras

Las muestras se montan y orientan de la misma forma que estan en la utilización real.

A.2.4 Flama de prueba

Se usa la flama de prueba de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-J-565/3-ANCE.

A.2.5 Procedimiento de prueba

La flama de prueba se aplica a una superficie interior de la muestra, en un punto que se juzga susceptible de inflamarse porque está próximo a una fuente de ignición. Para la evaluación de materiales situados en el interior del gabinete **contra el fuego**, se permite aplicar la flama de prueba a una superficie externa de la muestra. Para la evaluación de los

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

componentes situados en el interior del gabinete **contra el fuego**, la flama de prueba se aplica directamente sobre el componente.

Si una parte vertical está involucrada, la flama se aplica con un ángulo de aproximadamente 20º desde la vertical. Si las aberturas de ventilación están involucradas, la flama se aplica a un borde de una abertura y si no se aplica a una superficie sólida. En todos los casos el extremo de la flama ha de estar en contacto con la muestra. La flama se aplica durante 30 s y se retira durante 60 s, posteriormente se aplica de nuevo la flama durante 30 s en el mismo punto, esté o no la muestra en flamas

La prueba se repite en las otras dos muestras. Si alguna parte que se está probando se encuentra cerca de una fuente de ignición en más de un punto, cada muestra se prueba con la flama aplicada a un punto diferente que se encuentre cerca de la fuente de ignición.

A.2.6 Criterios para la conformidad

Durante la prueba, las muestras no deben continuar quemándose más de 1 min después de la segunda aplicación de la flama de prueba y no debe quedar consumida totalmente.

A.2.7 Prueba alternativo

Como alternativa al aparato y procedimiento especificados en los incisos A.2.4 y A.2.5, se permite usar los aparatos y el procedimiento especificado en los capítulos 5 y 9 de la Norma Mexicana NMX-J-565/11-5-ANCE. El modo, duración y número de aplicaciones de flama son como están especificados en el inciso A.2.5 y la conformidad está de acuerdo con el inciso A.2.6.

NOTA: Se acepta la conformidad con el método de los incisos A.2.4 y A.2.5 o del inciso A.2.7; no se requiere cumplir con los dos métodos.

A.3 Prueba de aceite caliente flameante (véase el inciso 4.6.2)

A.3.1 Montaje de las muestras

Una muestra del fondo terminado del gabinete **contra el fuego** se fija de forma segura en una posición horizontal. Una gasa blanqueada de aproximadamente 40 g/m2 se sitúa en una capa sobre una charola con fondo bajo y plano aproximadamente 50 mm por debajo de la muestra y con el tamaño suficiente para cubrir completamente el patrón de las aberturas de la muestra, pero no lo suficientemente grande como para atrapar algo del aceite que sobrepasa el borde de la muestra o que de otra manera no pasa a través de las aberturas.

NOTA: Se recomienda usar una pantalla metálica o un cristal con reja metálica alrededor del área de prueba.

A.3.2 Procedimiento de prueba

Una pequeña cuchara metálica (preferiblemente no mayor a 65 mm de diámetro), con un labio de vertido y un mango largo cuyo eje longitudinal permanezca horizontal mientras se descarga, se llena parcialmente con 10 ml de aceite combustible destilado, que es una destilación semivolátil con una masa por unidad de volumen entre 0.845 g/ml y 0.865 g/ml, con un punto de ignición entre 43.5 ºC y 93.5 ºC, un valor calorífico medio de 38 MJ/l. La cuchara que contiene el aceite se calienta y el aceite se prende y arde durante 1 min, cuando todo el aceite esté llameante se vierte a razón de aproximadamente 1ml/s en un chorro estable al centro del patrón de aberturas, desde una posición aproximadamente 100 mm encima de las aberturas.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

La prueba se repite dos veces en intervalos de 5 min, usando una gasa limpia.

A.3.3 Criterios para la conformidad

Durante la prueba la gasa no debe incendiarse.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE B
(Normativo)

PRUEBA DE MOTORES EN CONDICIONES ANORMALES
(véanse los incisos 4.7.2.2 y 5.3.2)

B.1 Requisitos generales

Todos los motores, diferentes a los motores de corriente continua en **circuitos secundarios**, deben satisfacer la prueba de los capítulos B.4 y B.5 y cuando sea aplicable, los capítulos B.8, B.9 y B.10, excepto los siguientes motores, que no se requiere que pasen la prueba del capítulo B.4:

- motores utilizados solamente como manipuladores de aire y donde el componente de propulsión de aire esté directamente acoplado al eje del motor; y

- motores de anillos de desfase con valores de corriente de rotor bloqueado y corriente en vacío (sin carga) no sean diferentes en más de 1 A y que tengan una relación menor o igual que 2/1.

Los motores de corriente continua en **circuitos secundarios** deben pasar las pruebas de los capítulos B.6, B.7 y B.10, exceptuando aquellos motores que por su funcionamiento intrínseco normalmente trabajen bajo condiciones de rotor bloqueado, tales como motores paso a paso, en cuyo caso no se someten a prueba.

B.2 Condiciones de prueba

Salvo especificación contraria dentro de este inciso, durante la prueba el equipo funciona a **tensión nominal** o con el valor más alto de tensión del **intervalo de tensiones nominales**.

Las pruebas se llevan a cabo en el equipo o bajo condiciones simuladas en un banco de pruebas. Se permite el uso de muestras separadas para las pruebas en el banco. Las condiciones simuladas incluyen:

- todo dispositivo de protección que proteja el motor en el equipo completo; y

- el uso de cualquier medio de montaje que puede servir como sumidero de calor al bastidor del motor.

Las temperaturas de los devanados se miden como se especifica en el inciso 1.4.13. Cuando se utilizan termopares se colocan en la superficie de los devanados del motor. Las temperaturas se determinan al concluir el periodo de prueba donde sea especificado, en caso contrario cuando la temperatura se ha estabilizado o en el instante que entran en funcionamiento los fusibles, **interruptores térmicos**, dispositivos de protección del motor y similares.

Para motores totalmente encerrados, con protección por impedancia, las temperaturas se miden por termopares aplicados a la carcasa del motor.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Los motores sin protección térmica propia se someten a prueba bajo condiciones simuladas en un banco de pruebas, las temperaturas medidas de los devanados se ajustan con respecto a la temperatura ambiente a la que el motor opera normalmente dentro del equipo, como se mide durante la prueba del inciso 4.5.2.

B.3 Temperaturas máximas

Para las pruebas de los capítulos B.5, B.7, B.8 y B.9, los límites de temperatura, como se especifican en la tabla B.1, no deben excederse para cada clase de material aislante.

TABLA B.1.- Límites de temperatura permitidos para devanados de motor (excepto para realizar la prueba de sobrecarga)

Temperatura máxima ºC

Método de protección	Clase térmica							
	105 (A)	120 (E)	130 (B)	155 (F)	180 (H)	200	220	250
Protección mediante impedancia externa o interna	150	165	175	200	225	245	265	295
Protección mediante dispositivo de protección que actúa durante la primera hora	200	215	225	250	275	295	315	345
Protección mediante cualquier dispositivo de protección:								
– máxima después de la primera hora	175	190	200	225	250	270	290	320
– media aritmética durante la segunda hora y durante la 72ª hora	150	165	175	200	225	245	265	295
Las designaciones A a H, inicialmente asignadas en la Norma Mexicana NMX-J-640-ANCE a las clases térmicas 105 a 180, se dan entre paréntesis.								

La media aritmética de la temperatura se determina como sigue:

El gráfico de temperatura en función del tiempo (véase la figura B.1) realizado con la alimentación al motor cíclicamente encendida y apagada, se dibuja durante el periodo de prueba en consideración. La media aritmética de la temperatura (tA) se determina por la fórmula:

$$t_A = \frac{t_{max} + t_{min}}{2}$$

Donde:

t_{max} es el promedio de los máximos;
t_{min} es el promedio de los mínimos;

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

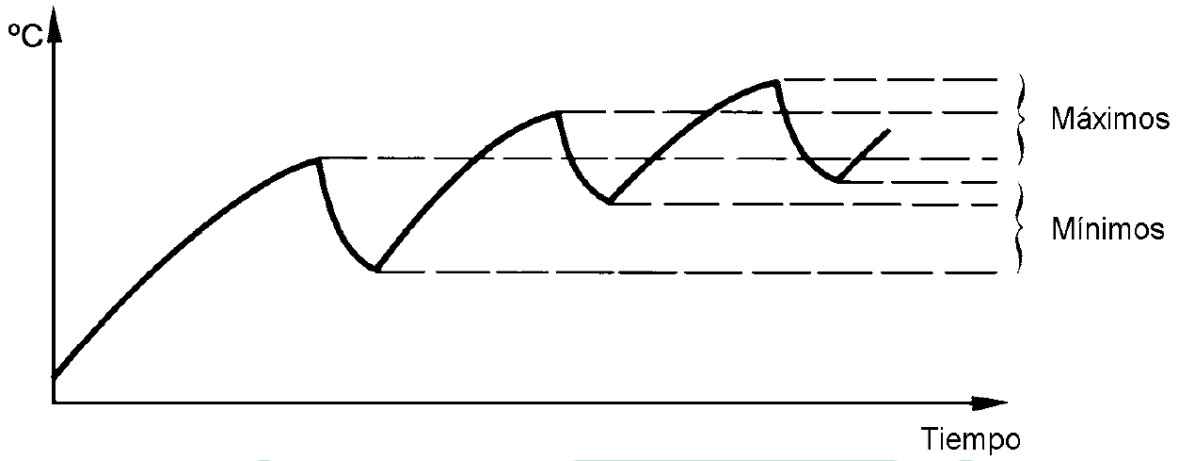


FIGURA B.1.- Determinación de la media aritmética de la temperatura

Para las pruebas de los incisos B.4 y B.6, los límites de temperatura, como especifica la tabla B.2, no deben excederse para cada clase de material aislante.

B.4 Prueba de sobrecarga

La prueba de protección contra la sobrecarga se lleva a cabo con funcionamiento del motor bajo **carga normal**. Posteriormente la carga se incrementa de tal manera que la corriente se incrementa en pasos graduales, manteniéndose la tensión de alimentación del motor en el valor original. Cuando las condiciones de equilibrio se han estabilizado, la carga de nuevo se incrementa. La carga se incrementa así progresivamente en los pasos apropiados pero sin alcanzar la condición de rotor bloqueado (véase el inciso B.5), hasta que el dispositivo de protección contra la sobrecarga actúe.

Las temperaturas del devanado de motor se determinan durante cada periodo de estabilidad y la máxima temperatura registrada no debe exceder los valores especificados en la tabla B.2.

TABLA B.2.- Límites de temperatura permitidos para realizar las pruebas de sobrecarga

Temperatura máxima ºC

Clase térmica							
105 (A)	**120 (E)**	**130 (B)**	**155 (F)**	**180 (H)**	**200**	**220**	**250**
140	155	165	190	215	235	255	275
Las designaciones A a H, inicialmente asignadas en la Norma Mexicana NMX-J-640-ANCE a las clases térmicas 105 a 180, se dan entre paréntesis.							

B.5 Prueba de sobrecarga con el rotor bloqueado

La prueba con el rotor bloqueado se inicia a temperatura ambiente.

La duración de la prueba es como sigue:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- un motor con protección por impedancia inherente o externa es operado con el rotor bloqueado durante 15 días, excepto que la prueba puede ser interrumpida cuando el devanado del motor, ya sea de tipo abierto o totalmente cerrado, alcance una temperatura constante, siempre que dicha temperatura constante no sea mayor que la especificada en el inciso 4.5.3, tabla 4B para el sistema de aislamiento utilizado;

- un motor con un dispositivo de protección de restablecimiento automático se somete a prueba cíclica con su rotor bloqueado durante 18 días;

- un motor con un dispositivo de protección de restablecimiento manual se somete a prueba cíclica con su rotor bloqueado durante 60 ciclos, restableciendo el dispositivo de protección después de cada operación tan pronto como sea posible para mantenerlo cerrado pero después de no menos de 30 s;

- un motor con un dispositivo de protección que no se restablece, funciona con su rotor bloqueado hasta que el dispositivo actúe.

Las temperaturas se registran a intervalos regulares durante los tres primeros días para un motor con protección por impedancia inherente o externa o con un dispositivo de protección de restablecimiento automático o durante los diez primeros ciclos para un motor con un dispositivo de protección de restablecimiento manual o durante el tiempo de funcionamiento de un dispositivo de protección no se restablece.

Las temperaturas no deben exceder los valores especificados en la tabla B.1.

Durante la prueba, los dispositivos de protección deben actuar de manera confiable sin ruptura del aislamiento al bastidor del motor o daño permanente al motor, incluyendo un deterioro excesivo del aislamiento.

Los deterioros permanentes sobre el motor incluyen:

- emisiones de humo o flamas fuertes o prolongadas;

- falla eléctrica o mecánica de algún componente asociado tal como un capacitor o relevador de arranque;

- laminado, agrietado o carbonización del aislamiento.

Se permite la decoloración del aislamiento pero no se permite la carbonización o el agrietado hasta el extremo de que el aislamiento se desmorona o el material se quita cuando se frota el devanado con el dedo pulgar.

Después del periodo especificado para la medición de la temperatura, el motor debe resistir la prueba de rigidez dieléctrica del inciso 5.2.2 después que el aislamiento se enfríe hasta la temperatura ambiente y con las tensiones de prueba reducidas a un 60 % de los valores especificados. No se requiere ninguna prueba adicional de rigidez dieléctrica.

NOTA: La continuación de la prueba de un dispositivo de protección de restablecimiento automático más allá de 72 h y de un dispositivo de protección de restablecimiento manual más allá de 10 ciclos, es con el propósito de demostrar la capacidad del dispositivo para abrir y cerrar la corriente de rotor bloqueado durante un periodo de tiempo más extenso.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

B.6 Prueba de sobrecarga para motores de corriente continua en circuitos secundarios

B.6.1 Generalidades

La prueba de sobrecarga se lleva a cabo sólo si la posibilidad de que ocurra una sobrecarga se determina por inspección o por revisión del diseño. La prueba no es necesario realizarla, por ejemplo, cuando los circuitos de mando electrónicos mantienen sustancialmente constante la corriente de mando.

Los motores deben superar la prueba del inciso B.6.2, excepto que, si la dificultad se experimenta al obtener medidas de temperatura precisas, debido al pequeño tamaño o diseño no convencional del motor, puede utilizarse el método del inciso B.6.3 en su lugar. La conformidad puede establecerse por ambos métodos.

B.6.2 Procedimiento de prueba

El motor se hace funcionar bajo **carga normal**. Posteriormente la carga se incrementa de tal manera que la corriente se incrementa en pasos graduales apropiados, manteniéndose la tensión de alimentación del motor en el valor original. Cuando las condiciones de equilibrio se han establecido, la carga se incrementa de nuevo. La carga se incrementa progresivamente en los pasos apropiados hasta que actúa el dispositivo de protección contra sobrecargas o que el devanado llegue a ser un circuito abierto.

Las temperaturas del devanado del motor se determinan durante cada periodo de equilibrio y cada temperatura máxima registrada no debe superar el valor de la tabla B.2.

B.6.3 Procedimiento de prueba alternativo

El motor se sitúa en un tablero de madera cubierto por una capa de **pañuelo de papel (tissue)** y el motor a su vez se cubre por una capa de **gasa.**

A la finalización de la prueba, no debe haber inflamación del **pañuelo de papel (tissue)** o **gasa**.

La conformidad con uno u otro método es aceptable, pero no es necesario que sea conforme con los dos métodos.

B.6.4 Prueba de rigidez dieléctrica

Después de las pruebas de los incisos B.6.2 o B.6.3, según sea aplicable, si la tensión del motor supera 42,4 V de cresta, o 60 V en corriente continua, y después de enfriarse a la temperatura ambiente, el motor debe resistir la prueba de rigidez dieléctrica del inciso 5.2.2, pero con las tensiones de prueba reducidas al 60 % de los valores especificados.

B.7 Prueba de sobrecarga con el rotor bloqueado para motores de corriente continua en circuitos secundarios

B.7.1 Generalidades

Los motores deben pasar la prueba del inciso B.7.2, excepto que, cuando debido al pequeño tamaño o poco convencional diseño del motor sea difícil tomar mediciones precisas de

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

temperatura, se puede usar el método del inciso B.7.3 en su lugar. La conformidad puede establecerse por uno u otro método.

B.7.2 Procedimiento de prueba

El motor funciona a la tensión utilizada en su aplicación y con el rotor bloqueado durante 7 h o hasta que se establezcan las condiciones de equilibrio, lo que sea más largo. Las temperaturas no deben exceder los valores especificados en la tabla B.1.

B.7.3 Procedimiento de prueba alternativo

El motor se sitúa sobre una tabla de madera que está cubierta con una capa de **pañuelo de papel (tissue)** y el motor a su vez se cubre con una capa de gasa de algodón blanqueada de aproximadamente 40 g/m2.

El motor funciona a la tensión utilizada en su aplicación y con el rotor bloqueado durante 7 h o hasta que se establezcan las condiciones de equilibrio, lo que sea más largo.

Al finalizar la prueba, no debe haber incendio del **pañuelo de papel (tissue)** o **gasa**.

B.7.4 Prueba de rigidez dieléctrica

Después de las pruebas de los incisos B.7.2 o B.7.3, según sea aplicable, si la tensión del motor supera 42.4 V de cresta, o 60 V en corriente continua y después de enfriarse a la temperatura ambiente, el motor debe resistir la prueba de rigidez dieléctrica del inciso 5.2.2, pero con las tensiones de prueba reducidas al 60 % de los valores especificados.

B.8 Prueba de motores con capacitores

Los motores equipados con capacitores para el defasamiento se prueban bajo condiciones de rotor bloqueado con el capacitor cortocircuitado o en circuito abierto (lo que sea más desfavorable).

La prueba de cortocircuito no se realiza si el capacitor está diseñado de modo que, bajo falla, no permanece cortocircuitado.

Las temperaturas no deben exceder los valores especificados en la tabla B.1.

NOTA: Se especifica rotor bloqueado porque algunos motores pueden no arrancar y pueden obtenerse resultados variables.

B.9 Prueba de motores trifásicos

Los motores trifásicos se someten a prueba bajo **carga normal**, con un conductor de línea desconectado, a menos que los mandos del circuito impidan la aplicación de tensión que alimenta el motor con uno o más conductores de alimentación desconectados.

Los efectos de otras cargas o circuitos dentro del equipo pueden necesitar que el motor se pruebe dentro del equipo y con cada uno de los tres conductores de línea desconectados uno a uno.

Las temperaturas no deben exceder los valores especificados en la tabla B.1.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

B.10 Prueba de motores en serie

Los motores en serie funcionan a una tensión igual al 130 % del valor asignado de tensión del motor durante 1 min con la carga más baja posible.

Después de la prueba, los devanados y las conexiones no deben haberse aflojado y no debe presentarse ningún peligro en el sentido de esta Norma Mexicana.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE C
(Normativo)

TRANSFORMADORES
(véanse los incisos 1.5.4 y 5.3.3)

C.1 Prueba de sobrecarga

Si las pruebas de este capítulo se llevan a cabo bajo condiciones simuladas en un banco de pruebas, esas condiciones deben incluir todos los dispositivos de protección que protegen el transformador en el equipo completo.

Los transformadores para unidades de alimentación en modo conmutado se prueban con la unidad de alimentación completa o con el equipo completo. Las cargas de prueba se aplican a la salida de la unidad de alimentación.

Un transformador lineal o un transformador ferrorresonante tiene cada devanado secundario cargado vuelta a vuelta, con todos los demás secundarios cargados entre cero y sus máximos especificados para tener el efecto de calentamiento máximo.

La salida de una unidad de alimentación en modo conmutado se carga para conseguir el efecto de calentamiento máximo en el transformador.

NOTA: Para ejemplos de carga que dan el efecto de calentamiento máximo, véase el apéndice X.

Cuando una sobrecarga no pueda ocurrir o sea improbable que cree un peligro, las pruebas que se describen arriba no se aplican.

Las temperaturas máximas de los devanados no deben exceder los valores de la tabla C.1 con las medidas tomadas como se especifica en los incisos 1.4.12 y 1.4.13 y determinadas como se especifica a continuación:

- con protección externa contra sobre corrientes: en el momento de funcionamiento, para determinar el tiempo hasta que la protección contra sobre corrientes actúa, se permite referirse a la hoja de datos del dispositivo de protección contra sobre corrientes que muestra el tiempo de disparo frente a las características de la corriente;

- con un **interruptor térmico de restablecimiento automático**: como se muestra en la tabla C.1 y después de 400 h;

- con un **interruptor térmico de restablecimiento manual**: en el momento de funcionamiento;

- para transformadores limitadores de corriente: después de que la temperatura se ha estabilizado.

Si la temperatura de los devanados del transformador con núcleo de ferrita, medida según el inciso 1.4.12, supera 180 ºC, debe volverse a probar a la temperatura ambiente asignada máxima ($T_{amb} = T_{ma}$), y no como la calculada según el inciso 1.4.12.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

NOTA: El procedimiento anterior es para asegurar que el deterioro de las características Curie de la ferrita a temperaturas cercanas a 200 ºC no cause una fuga térmica (calentamiento no predecible).

Los devanados secundarios que exceden los límites de temperatura pero que llegan a ser circuitos abiertos o que en caso contrario requieran sustituir el transformador no constituyen una falla de esta prueba, con tal que no provoquen un peligro en el sentido de esta Norma Mexicana.

Para los criterios de conformidad véase el inciso 5.3.9.

TABLA C.1.- Límites de temperatura permitidos para devanados de transformadores

Temperatura máxima ºC

Método de protección	**Clase térmica**							
	105 (A)	**120 (E)**	**130 (B)**	**155 (F)**	**180 (H)**	**200**	**220**	**250**
Protección mediante impedancia externa o interna	150	165	175	200	225	245	265	295
Protección mediante dispositivo de protección que actúa durante la primera hora	200	215	225	250	275	295	315	345
Protección mediante cualquier dispositivo de protección:								
– máxima después de la primera hora	175	190	200	225	250	270	290	320
– media aritmética durante la segunda hora y durante la 72ª hora	150	165	175	200	225	245	265	295
Las designaciones A a H, inicialmente asignadas en la Norma Mexicana NMX-J-640-ANCE a las clases térmicas 105 a 180, se dan entre paréntesis.								

La media aritmética de la temperatura se determina como sigue:

El gráfico de temperatura en función del tiempo, (véase la figura C.1), realizado con alimentación al transformador cíclicamente encendida y apagada, se dibuja durante el periodo de prueba en consideración. La media aritmética de la temperatura (tA) se determina por la fórmula:

$$t_A = \frac{t_{max} + t_{min}}{2}$$

Donde:

t_{max} es el promedio de los máximos;
$t_{mín}$ es el promedio de los mínimos.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

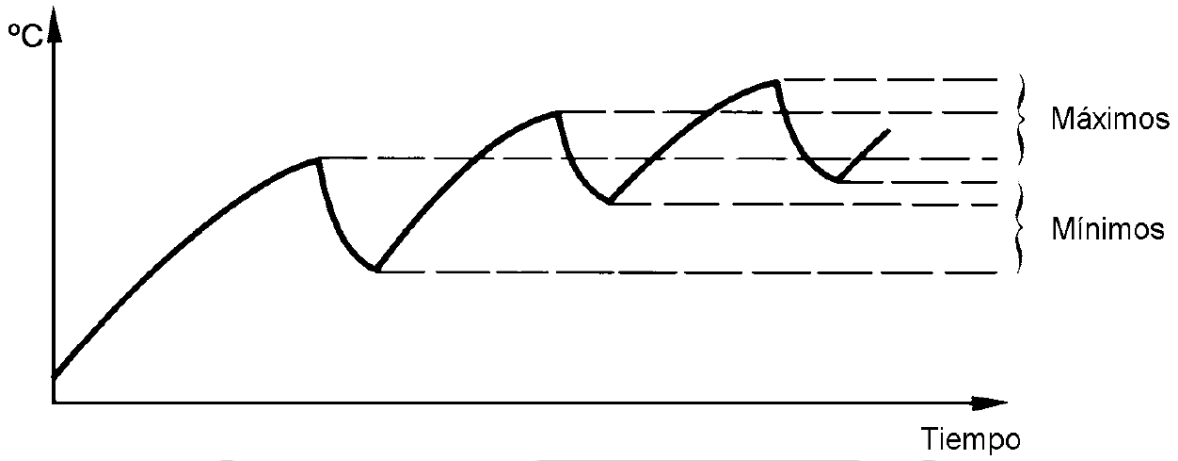


FIGURA C.1.- Determinación de la media aritmética de la temperatura

C.2 Aislamiento

El aislamiento de los transformadores debe cumplir con los siguientes requisitos.

Los devanados y las partes conductoras de los transformadores deben tratarse como partes de los circuitos a los se conectan, si existen. El aislamiento entre ellos debe cumplir con los requisitos aplicables del inciso 2.10 (o apéndice G) y satisfacer las pruebas aplicables del inciso 5.2, de acuerdo con la aplicación del aislamiento en el equipo (véase el inciso 2.9.3).

Deben tomarse precauciones para evitar la reducción por debajo de los valores mínimos requeridos de las **líneas de fuga** y **distancias en el aire** que proporcionan el **aislamiento básico**, **aislamiento suplementario** o **aislamiento reforzado** mediante:

- desplazamiento de los devanados o de sus vueltas;
- desplazamiento del cableado interno o cables para conexiones externas;
- indebido desplazamiento de partes de devanados o cableado interno, en el caso de ruptura de cableado adjunto a las conexiones o aflojamiento de conexiones;
- puenteado del aislamiento por cables, pantallas, rondanas y similares en el caso de que se aflojen o liberen.

No se espera que dos fijaciones independientes se aflojen al mismo tiempo.

Todos los devanados deben tener las vueltas finales retenidas de modo confiable.

La conformidad se verifica por inspección, medición y si es necesario, mediante las siguientes pruebas.

Si un transformador está equipado con una pantalla para el propósito de puesta a tierra de protección que está separada del devanado primario conectado al circuito a **tensión peligrosa** únicamente mediante **aislamiento básico**, la pantalla debe cumplir con uno de los siguientes puntos:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- cumplir con los requisitos del inciso 2.6.3.3;

- cumplir con los requisitos del inciso 2.6.3.4 entre la pantalla puesta a tierra y el borne principal de puesta a tierra de protección del equipo;

- superar la prueba de simulación de perforación del **aislamiento básico** entre la pantalla y el devanado primario asociado. El transformador debe estar protegido mediante cualquier dispositivo de protección usado en la aplicación final. El camino de la puesta a tierra de protección y la pantalla no deben dañarse.

Si se llevan a cabo las pruebas, se usa un transformador de muestra especialmente preparado que tenga un hilo de salida adicional desde el extremo libre de la pantalla, a fin de asegurar que la corriente durante la prueba pasa a través de la pantalla.

Ejemplos de formas aceptables de construcción (véase el inciso 1.3.8) son los siguientes:

- devanados aislados unos de otros situándolos en diferentes ramas del núcleo, con o sin bobina;

- devanados con una única bobina con una pared de separación, donde tanto la bobina como la pared de partición están comprimidas o moldeadas en la misma pieza o bien una pared de separación a presión tiene un revestimiento o cubierta intermedios sobre el enlace de protección entre la bobina y la pared de separación;

- devanados concéntricos en una bobina de material aislante sin rebordes o una fina lámina de aislamiento aplicado al núcleo del transformador;

- el aislamiento se consigue entre devanados consistentes en una lámina de aislamiento extendida más allá de las terminales de las vueltas finales de cada capa;

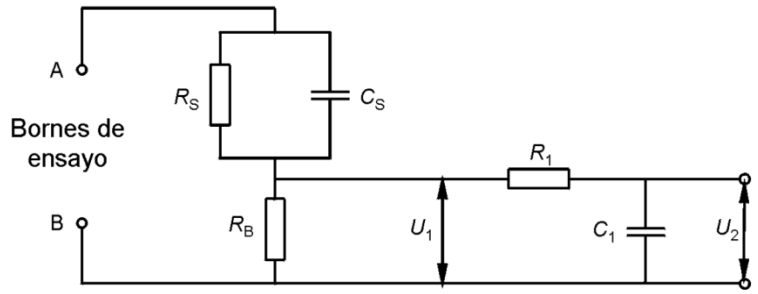
- devanados concéntricos, separados por una pantalla conductora puesta a tierra que consiste en una hoja metálica extendida por el ancho total de los devanados, con el aislamiento conveniente entre cada uno de los devanados y la pantalla. La pantalla conductora y su cable de salida tienen una sección suficiente para asegurar que en caso de perforación del aislamiento un dispositivo de protección contra sobrecargas abrirá el circuito antes que la pantalla se destruya. El dispositivo de protección contra sobrecargas puede formar parte del transformador.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE D
(Normativo)

INSTRUMENTOS DE MEDIDA PARA LAS PRUEBAS DE CORRIENTE DE CONTACTO
(véase el inciso 5.1.4)

D.1 Instrumento de medida



R_S	1 500 Ω
R_B	500 Ω
R_1	10 kΩ
C_S	0.22 µF
C_1	0.022 µF
Voltímetro u osciloscopio (lectura del valor eficaz o de cresta)	Resistencia de entrada ≥ 1 MΩ Capacidad de entrada < 200 pF Intervalo de frecuencia 15 Hz hasta 1 MHz (apropiado para la frecuencia de interés más alta, véase el inciso 1.4.7)

FIGURA D.1.- Instrumento de medición

El instrumento de medida se calibra por comparación del factor de frecuencia de U_2 con la línea continua de la figura D.1.1 a varias frecuencias. Una curva de calibración se construye mostrando la desviación de U_2 respecto de la curva ideal en función de la frecuencia.

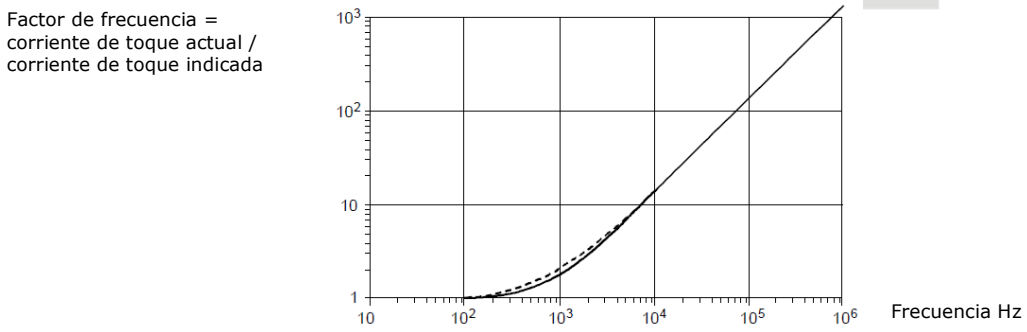
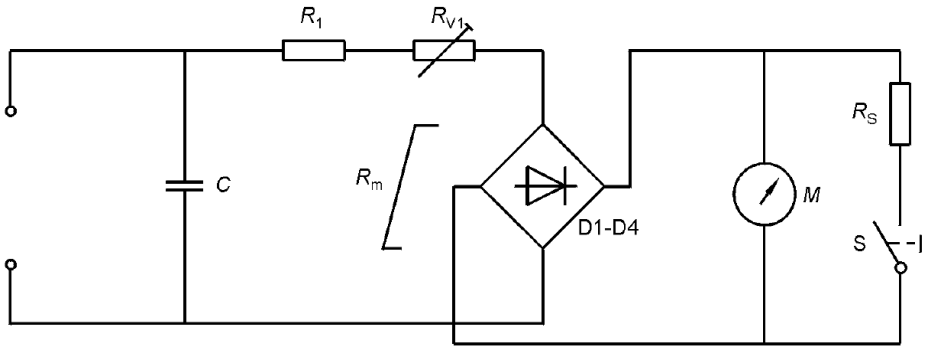


FIGURA D.1.1.- Factor de frecuencia para percepción o reacción

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

D.2 Instrumento de medida alternativo



M	0 mA - 1 mA desplazando la bobina móvil
$R_1+R_{V1}+R_m$ a 0.5 mA en corriente continua =	1 500 Ω ± 1 % con C = 150 nF ± 1 % o 2 000 Ω ± 1 % con C = 112 nF ± 1 %
D1 - D4	Rectificador
R_s	Shunt no inductivo para un intervalo x 10
S	Botón de sensibilidad (presionar para la máxima sensibilidad)

FIGURA D.2.- Instrumento de medición alternativo

El instrumento comprende un rectificador/medidor de bobina móvil con una resistencia complementaria en serie, ambos conectados en paralelo mediante un capacitor, como muestra la figura D.2. El efecto del capacitor es reducir la sensibilidad a los armónicos y a otras frecuencias por encima de la frecuencia de alimentación. El instrumento debe incluir también un intervalo × 10 obtenido al conectar en paralelo la bobina del medidor con una resistencia no inductiva. También se permite incluir una protección contra sobre corrientes, siempre que el método utilizado no afecte a las características básicas del instrumento.

R_{V1} se regula para obtener el valor deseado de resistencia total a 0.5 mA en corriente continua.

El medidor se calibra con los siguientes puntos de calibración en el intervalo de la máxima sensibilidad de 50 Hz a 60 Hz sinusoidal:

0.25 mA, 0.5 mA, 0.75 mA.

La respuesta siguiente se verifica en el punto de calibración de 0.5 mA:

Sensibilidad a 5 kHz sinusoidal: 3.6 mA ± 5 %.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE E
(Normativo)

CALENTAMIENTO DE UN DEVANADO
(véase el inciso 1.4.13)

El valor del calentamiento de un devanado se calcula mediante la siguiente fórmula:

para un devanado de cobre $$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1}(234.5 + t_1) - (t_2 - t_1)$$

para un devanado de aluminio $$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1}(225 + t_1) - (t_2 - t_1)$$

Donde:

Δt es el calentamiento, en grados Kelvin;
R_1 es la resistencia del devanado al comienzo de la prueba, en ohms;
R_2 es la resistencia del devanado al finalizar la prueba, en ohms;
t_1 es la temperatura ambiente al comienzo de la prueba, en grados Celsius;
t_2 es la temperatura ambiente al finalizar la prueba, en grados Celsius.

Al comenzar la prueba, los devanados se encuentran a temperatura ambiente.

Se recomienda que la resistencia de los devanados al finalizar la prueba se determine tomando mediciones de resistencia tan pronto como sea posible después de la desconexión, y posteriormente a pequeños intervalos de tal manera que pueda trazarse la curva de resistencia en función del tiempo por la averiguación de la resistencia en el instante de la desconexión.

Deben añadirse 25 ºC al calentamiento calculado por comparación de las temperaturas del devanado determinadas por el método de la resistencia de este apéndice con los límites de temperatura de la tabla 4B.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE F
(Normativo)

MEDICIÓN DE LAS LÍNEAS DE FUGA Y DISTANCIAS EN EL AIRE
(véase el inciso 2.10 y el apéndice G)

Los métodos de medida para **líneas de fuga** y **distancias en el aire** que se especifican en las siguientes figuras se usan para la interpretación de los requisitos de esta Norma Mexicana.

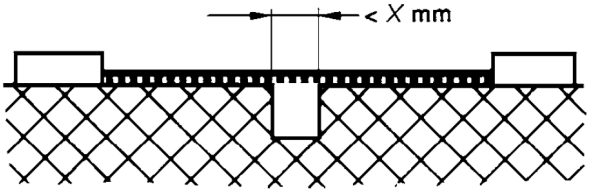
En las siguientes figuras, el valor de X se toma de la tabla F.1. Donde la distancia que se muestra es menor que X, la profundidad del espacio o ranura se ignora cuando se mide una **línea de fuga**.

La tabla F.1 es válida solamente si la mínima **distancia en el aire** requerida es de 3 mm o mayor. Si la mínima **distancia en el aire** requerida es menor de 3 mm, el valor de X es el menor de:

- el valor aplicable en la tabla F.1; o
- un tercio de la **distancia en el aire** mínima requerida.

TABLA F.1.- Valor de X

Grado de contaminación (véase el inciso 2.10.1.2)	X mm
1	0.25
2	1.0
3	1.5

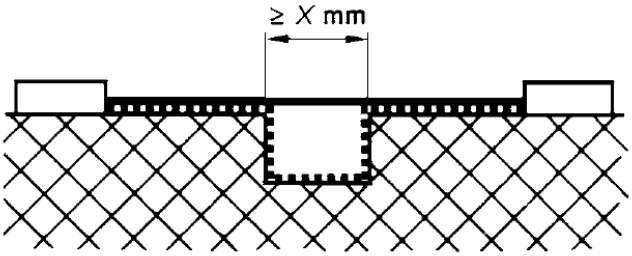


Condición: El camino considerado incluye una ranura paralela o convergente de cualquier profundidad con una ancho menor que X mm.

Regla: Las **líneas de fuga** y **distancias en el aire** se miden directamente a través de la ranura.

FIGURA F.1.- Ranura estrecha

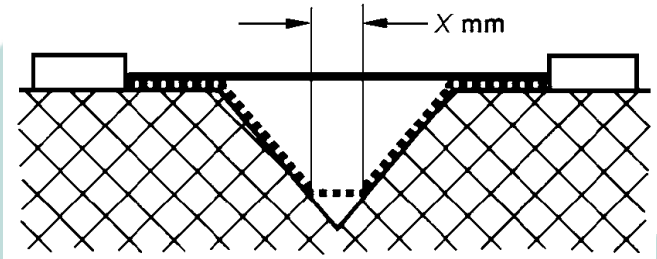
©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



Condición: El camino considerado incluye una ranura paralela de cualquier profundidad, igual o mayor que la ancho de X mm.

Regla: **distancia en el aire** es la distancia en línea recta. El camino de la **línea de fuga** sigue el contorno de la ranura.

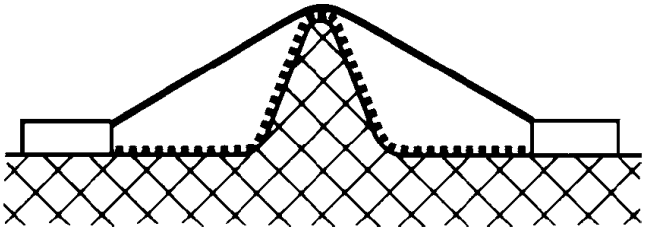
FIGURA F.2.- Ranura ancha



Condición: El camino considerado incluye una ranura en forma de V con un ángulo interno de menos de 80º y una ancho mayor de X mm.

Regla: **distancia en el aire** es la distancia en línea recta. El camino de la **línea de fuga** sigue el contorno de la ranura pero cortocircuita la parte inferior de la ranura con un enlace de X mm de longitud.

FIGURA F.3.- Ranura en forma de V



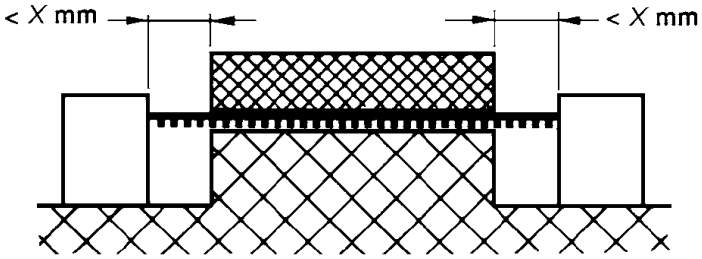
Condición: El camino considerado incluye un nervio.

Regla: La **distancia en el aire** es el camino directo de aire más corto que pasa por la parte superior del nervio. El camino de la **línea de fuga** sigue el contorno del nervio.

FIGURA F.4.- Nervio

_____ distancia en el aire ******** línea de fuga**

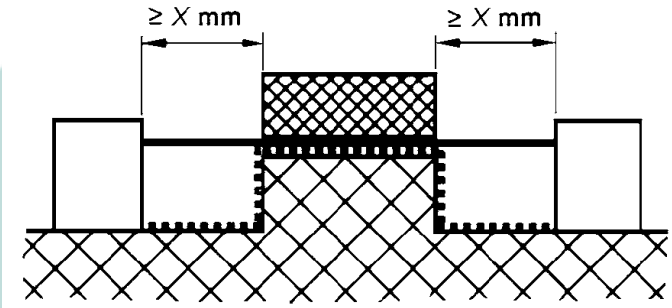
©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



Condición: El camino considerado incluye una junta no cementada con ranuras de ancho menor de X mm en cualquiera de sus lados.

Regla: El camino de la **línea de fuga** y **distancia en el aire** es la distancia de la línea recta mostrada.

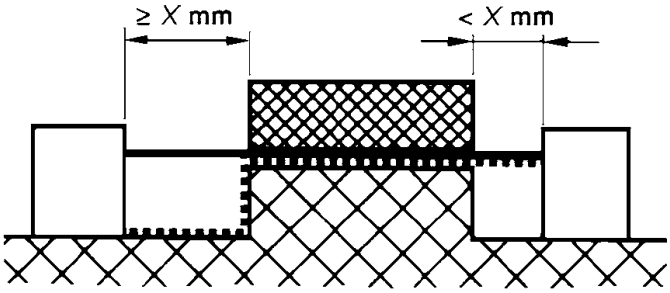
FIGURA F.5.- Junta no cementada con ranura estrecha



Condición: El camino considerado incluye una junta no cementada de una ranura con ancho mayor o igual de X mm en cada lado.

Regla: **distancia en el aire** es la distancia en línea recta. El camino de la **línea de fuga** sigue el contorno de la ranura.

FIGURA F.6.- Junta no cementada con ranura ancha



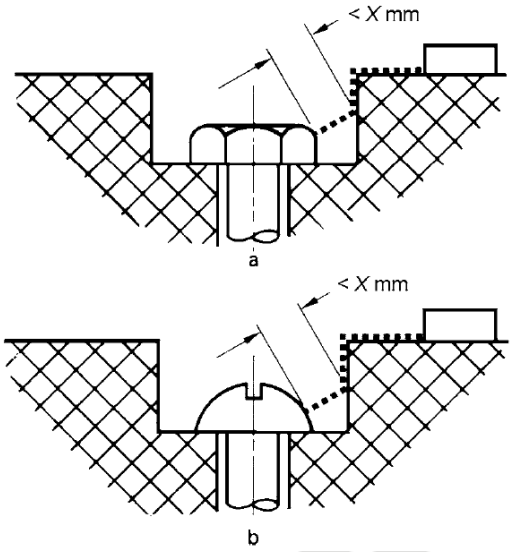
Condición: El camino considerado incluye una junta no cementada con una ranura de ancho mayor o igual de X mm en un lado y una ranura de ancho menor de X mm en el otro de sus lados.

Reglas: Los caminos de la **línea de fuga** y **distancia en el aire** son como las indicadas en la figura.

FIGURA F.7.- Juntas no cementada con ranuras ancha y estrecha

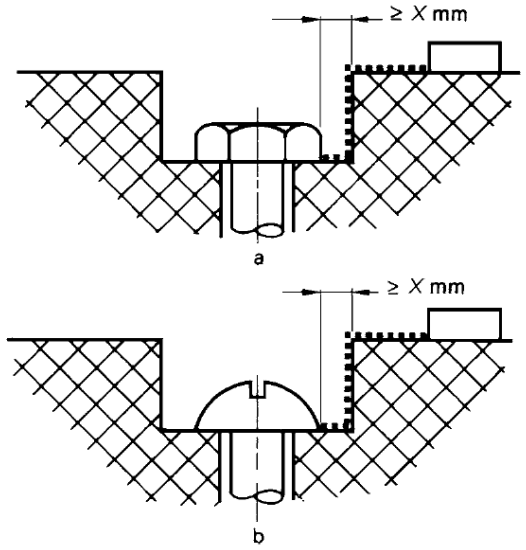
_____ distancia en el aire ********** **línea de fuga**

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



Espacio entre la cabeza del tornillo y la pared del rebaje demasiado estrechos como para tenerse en cuenta.

FIGURA F.8.- Rebaje estrecho



Espacio entre la cabeza del tornillo y la pared del rebaje con ancho suficiente como para tenerse en cuenta.

FIGURA F.9.- Rebaje ancho

********** **línea de fuga**

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

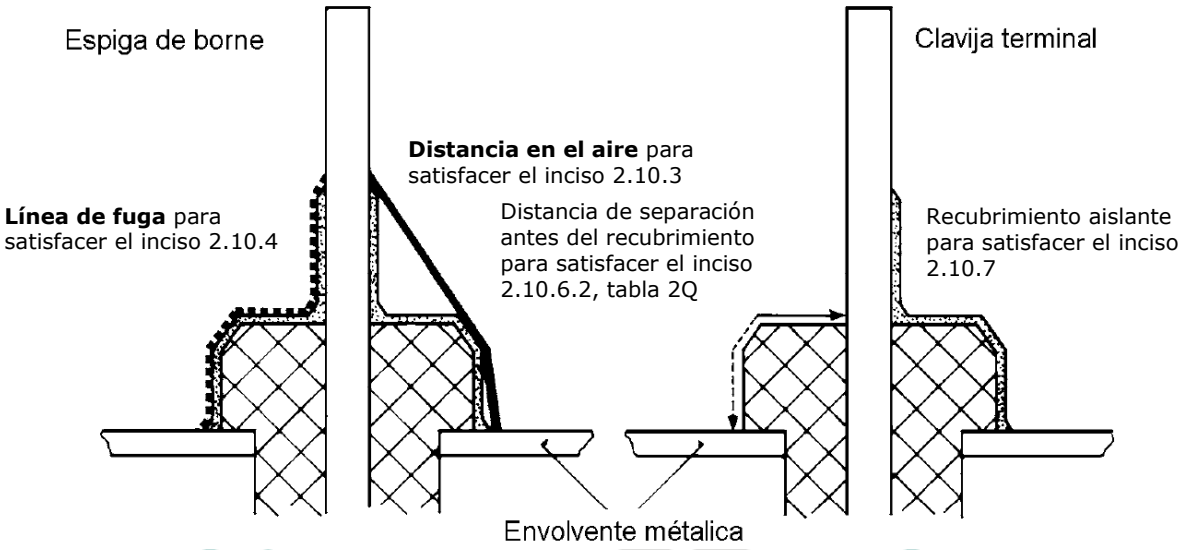

Espiga de borne
Clavija terminal
Distancia en el aire para satisfacer el inciso 2.10.3
Línea de fuga para satisfacer el inciso 2.10.4
Distancia de separación antes del recubrimiento para satisfacer el inciso 2.10.6.2, tabla 2Q
Recubrimiento aislante para satisfacer el inciso 2.10.7
Envolvente métalica

FIGURA F.10.- Recubrimiento alrededor de las terminales

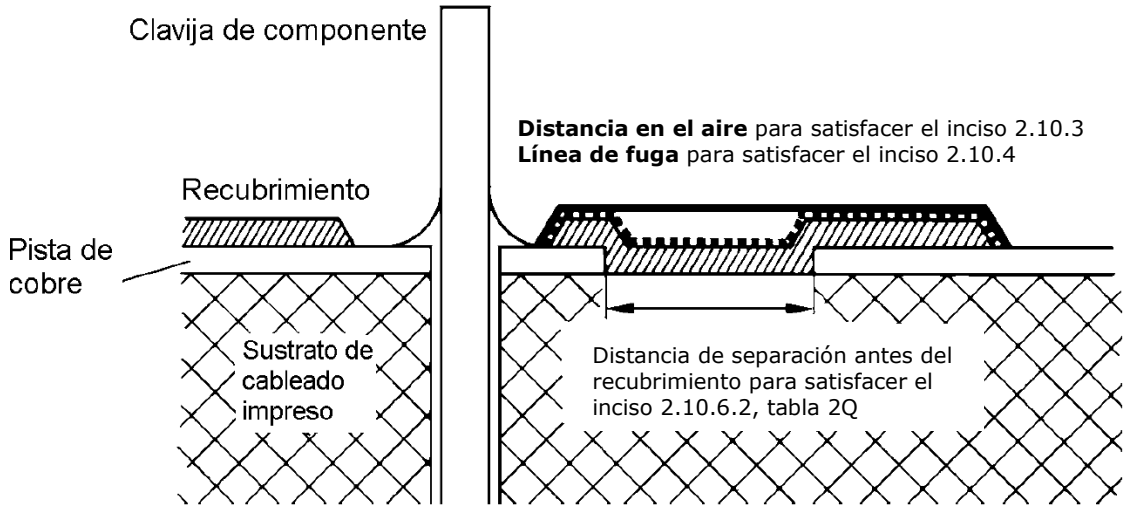
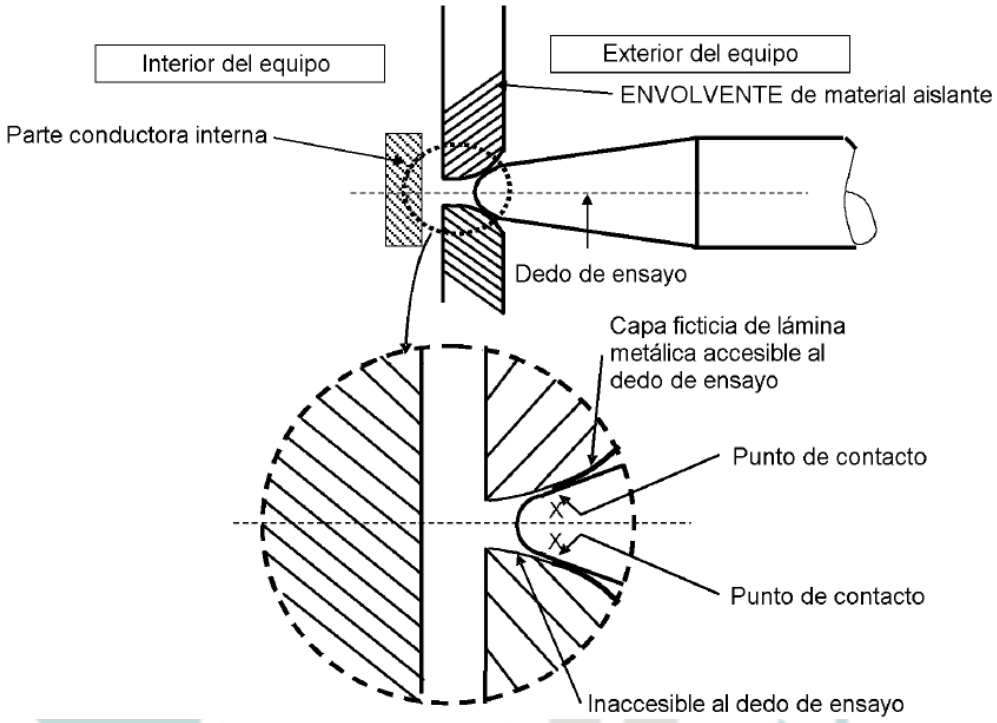

Clavija de componente
Distancia en el aire para satisfacer el inciso 2.10.3
Línea de fuga para satisfacer el inciso 2.10.4
Recubrimiento
Pista de cobre
Sustrato de cableado impreso
Distancia de separación antes del recubrimiento para satisfacer el inciso 2.10.6.2, tabla 2Q

FIGURA F.11.- Recubrimiento sobre tarjetas impresas

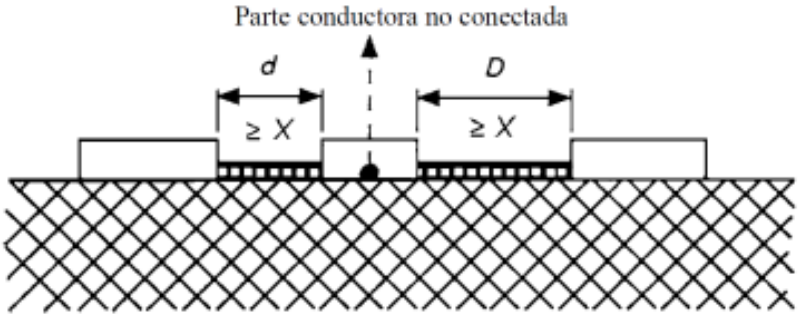
_____ distancia en el aire ********** **línea de fuga**

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



El punto X se utiliza para medir la **distancia en el aire** y la **línea de fuga** desde la superficie frontera de un gabinete de material aislante hasta una parte conductora interna (véanse los incisos 2.10.3.1 y 2.10.4).

FIGURA F.12.- Mediciones a través de aberturas en gabinetes



Condición: Distancia de aislamiento con una parte conductora no conectada intercalada.

Regla: La **distancia en el aire** es la distancia d + D.
La **línea de fuga** también es d + D.
Donde el valor de d o D sea menor que X, debe tomarse como cero.

FIGURA F.13.- Parte conductora no conectada intercalada

_____ distancia en el aire ********** **línea de fuga**

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

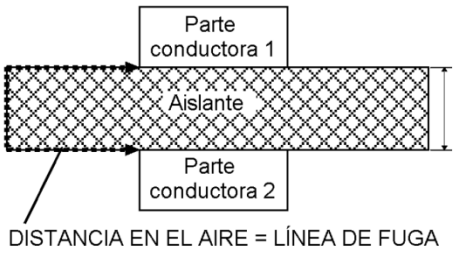
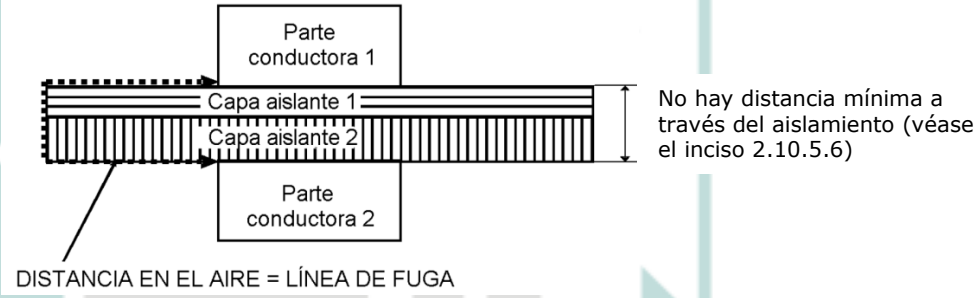

Parte conductora 1
Aislante
Parte conductora 2
DISTANCIA EN EL AIRE = LÍNEA DE FUGA
Distancia mínima a través del aislamiento 0.4 mm

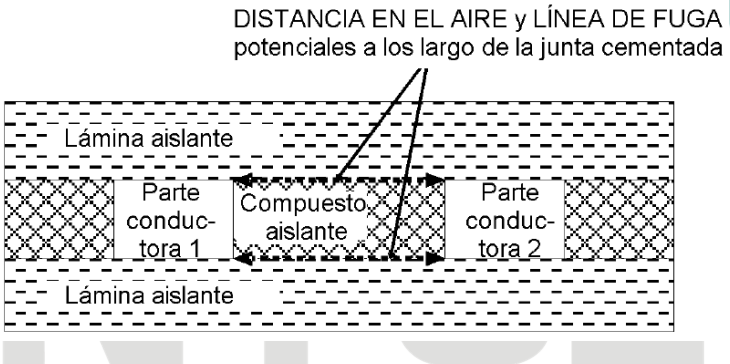
Lámina gruesa o material aislante sólido como **aislamiento suplementario** o **reforzado**.

FIGURA F.14.- Material aislante sólido


Parte conductora 1
Capa aislante 1
Capa aislante 2
Parte conductora 2
DISTANCIA EN EL AIRE = LÍNEA DE FUGA
No hay distancia mínima a través del aislamiento (véase el inciso 2.10.5.6)

Dos capas de material en láminas delgadas como **aislamiento suplementario** o **reforzado**

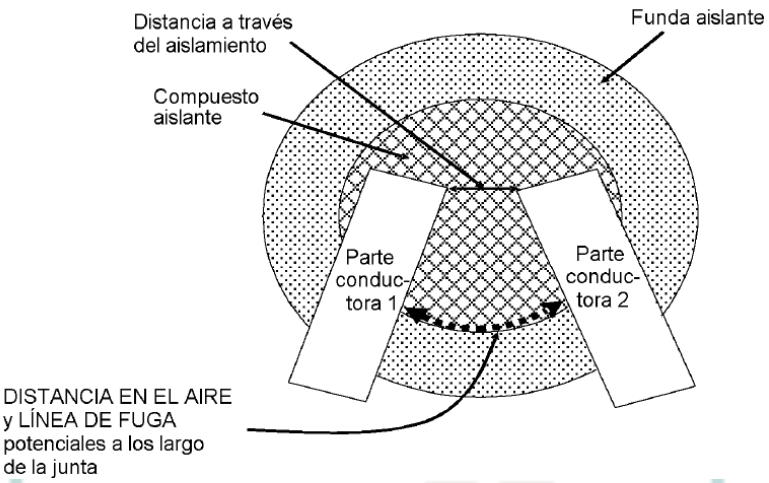
FIGURA F.15.- Material aislante en láminas delgadas


DISTANCIA EN EL AIRE y LÍNEA DE FUGA
potenciales a los largo de la junta cementada
Lámina aislante
Parte conduc-tora 1
Compuesto aislante
Parte conduc-tora 2
Lámina aislante

Compuesto aislante como **aislamiento suplementario** o **reforzado**

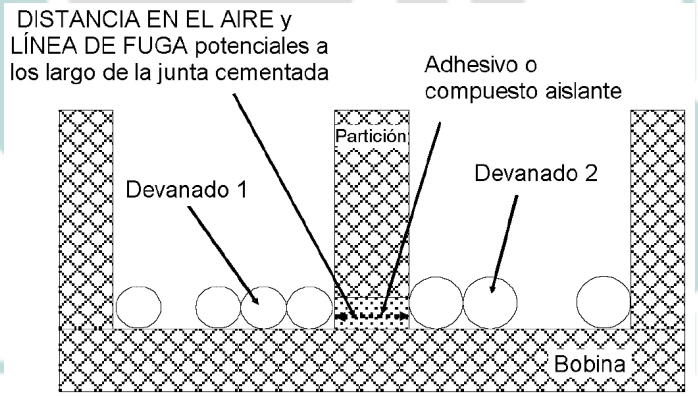
FIGURA F.16.- Juntas cementadas en tarjetas impresas multicapa

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.


Distancia a través del aislamiento
Funda aislante
Compuesto aislante
Parte conduc-tora 1
Parte conduc-tora 2
DISTANCIA EN EL AIRE y LÍNEA DE FUGA potenciales a los largo de la junta

Compuesto aislante como **aislamiento suplementario** o **reforzado** en el interior del componente

FIGURA F.17.- Componente relleno de compuesto aislante


DISTANCIA EN EL AIRE y LÍNEA DE FUGA potenciales a los largo de la junta cementada
Adhesivo o compuesto aislante
Partición
Devanado 1
Devanado 2
Bobina

Junta cementada como **aislamiento suplementario** o **reforzado**

FIGURA F.18.- Bobina dividida

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE G
(Normativo)

MÉTODO ALTERNATIVO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS DISTANCIAS EN EL AIRE MÍNIMAS

G.1 DISTANCIAS EN EL AIRE

G.1.1 Generalidades

Las **distancias en el aire** deben dimensionarse para que las sobretensiones, incluyendo transitorios, que puedan penetrar en el equipo, y las tensiones de cresta que puedan generarse dentro del equipo, no destruyan la **distancia en el aire**.

Se permite utilizar los requisitos del inciso 2.10.3 para la categoría de sobretensión I o II, utilizando la **tensión de trabajo de cresta**, o los requisitos del apéndice G para las categorías de sobretensión I, II, III o IV, utilizando la **tensión soportada requerida**, para un componente, subconjunto particular o para el equipo completo.

NOTA: Se considera una buena práctica diseñar el aislamiento sólido para sobretensiones transitorias mayores a las asociadas a la **distancia en el aire**.

G.1.2 Resumen del procedimiento para la determinación de las distancias en el aire mínimas

NOTA: Las distancias en el aire mínimas para el aislamiento funcional, aislamiento básico, aislamiento suplementario y **aislamiento reforzado**, tanto en un circuito primario como en cualquier otro circuito, depende de la **tensión soportada requerida**. La **tensión soportada requerida** depende a su vez del efecto combinado de la tensión de funcionamiento normal (incluyendo las crestas repetitivas debidas a circuitería interna tales como fuentes de alimentación en modo conmutado) y de las sobretensiones no repetitivas debidas a transitorios externos.

Para determinar el valor mínimo de cada **distancia en el aire** requerida, se deben seguir los siguientes pasos:

(1) Medir la **tensión de trabajo de cresta** a través de la **distancia en el aire** en cuestión.

(2) Si el equipo funciona conectado a la red de alimentación:

- determinar la **tensión transitoria de la red de alimentación** (véase el inciso G.2); y
- calcular el valor de cresta de la tensión nominal de la **red de alimentación en corriente alterna**, para equipos a conectar a la **red de alimentación en corriente alterna**.

(3) Utilizar las reglas del inciso G.4.1 a) y los valores de tensión anteriores para determinar la **tensión soportada requerida** para los transitorios de la red de

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

alimentación y para las crestas repetitivas. En ausencia de transitorios provenientes de una **red de telecomunicación**, ir al paso 7.

(4) Si el equipo a conectar a una **red de telecomunicación**, determinar la **tensión transitoria de la red de telecomunicación** (véase el inciso G.3).

(5) Utilizar la **tensión transitoria de la red de telecomunicación** y las reglas establecidas en el inciso G.4.2 para determinar la **tensión soportada requerida** para los **transitorios de la red de telecomunicación**. En ausencia de transitorios internos y de red de alimentación, ir al paso 7.

(6) Utilizar las reglas establecidas en el inciso G.4.3 para determinar la **tensión soportada requerida** total.

(7) Utilizar la **tensión soportada requerida** para determinar la **distancia en el aire** mínima (véase el inciso G.6).

NOTA: El efecto de los transitorios desde un **sistema de distribución por cable** no se tiene en cuenta (véanse los incisos G.4.4 y 7.4.1).

G.2 Determinación de la tensión transitoria de la red de alimentación

G.2.1 Red de alimentación en corriente alterna

Para los equipos alimentados por una **red de alimentación en corriente alterna**, el valor de la **tensión transitoria de la red de alimentación** depende de la categoría de sobretensión y de la tensión de la **red de alimentación en corriente alterna**. En general, las **distancias en el aire** en equipos que vayan a conectarse a una **red de alimentación en corriente alterna** deben diseñarse para una categoría de sobretensión II.

NOTA: Véase el apéndice Z como guía en la determinación de la categoría de sobretensión.

Los equipos que, cuando estén instalados, puedan estar sometidos a sobretensiones transitorias superiores a las de la categoría de sobretensión II, requieren una protección externa adicional al equipo. En este caso, las instrucciones de instalación deben establecer la necesidad de dicha protección externa.

El valor aplicable de la **tensión transitoria de la red de alimentación** debe determinarse a partir de la categoría de sobretensión y de la tensión de la **red de alimentación en corriente alterna** utilizando la tabla G.1.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA G.1.- Tensiones transitorias de la red de alimentación en corriente alterna

Tensión de la RED DE ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE ALTERNA [a] V eficaz (r.c.m.)	TENSIÓN TRANSITORIA DE LA RED DE ALIMENTACIÓN [b]			
	Categoría de sobretensión			
	I	II	III	IV
hasta 50 inclusive	330	500	800	1 500
superior a 50 hasta 100 inclusive	500	800	1 500	2 500
superior a 100 hasta 150 inclusive [c]	800	1 500	2 500	4 000
superior a 150 hasta 300 inclusive [d]	1 500	2 500	4 000	6 000
superior a 300 hasta 600 inclusive [e]	2 500	4 000	6 000	8 000

[a] Para equipos diseñados para conectarse a una alimentación trifásica, de tres cables, donde no hay conductor neutro, la tensión de la RED DE ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE ALTERNA es la tensión entre fases. En los demás casos cuando existe conductor neutro es la tensión entre fase y neutro.

[b] La TENSIÓN TRANSITORIA DE LA RED DE ALIMENTACIÓN es siempre uno de los valores de la tabla. No se permite la interpolación.

[c] Para el caso de México, incluye 127/220 V, 120/208 V y 120/240 V.

[d] Incluyendo 230/400 V y 277/480 V.

[e] Incluyendo 400/690 V.

G.2.2 Red de alimentación en corriente continua puesta a tierra

Si una **red de alimentación en corriente continua** está conectada a una tierra de protección situada completamente dentro de un único edificio, se considera que la **tensión transitoria de la red de alimentación** es 71 V de cresta. Si esta conexión está dentro del EBP, debe estar de acuerdo con el inciso 2.6.1 e).

NOTA: La conexión a la tierra de protección puede estar en la fuente de la **red de alimentación en corriente continua** o donde se sitúe el equipo o en ambos sitios (véase la recomendación indicada en el inciso P.7 del apéndice P).

G.2.3 Red de alimentación en corriente continua no puesta a tierra

Si una **red de alimentación en corriente continua** no está puesta a tierra y situada como el inciso G.2.2, la **tensión transitoria de la red de alimentación** se debe asumir que es igual a la **tensión transitoria de la red de alimentación** en la **red de alimentación en corriente alterna** de la que deriva la **red de alimentación en corriente continua**.

G.2.4 Funcionamiento de la batería

Si un equipo se alimenta desde una batería dedicada que no está prevista para su carga desde una **red de alimentación** externa, la **tensión transitoria de la red de alimentación** debe asumirse que es 71 V de cresta.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

G.3 Determinación de la tensión transitoria de la red de telecomunicación

Si la **tensión transitoria de la red de telecomunicación** es conocida para la **red de telecomunicación** en cuestión, se permite el uso del valor conocido en el inciso G.4.2.

Si la **tensión transitoria de la red de telecomunicación** es desconocida, debe utilizarse uno de los valores siguientes:

- 1 500 V de cresta si el circuito conectado a la **red de telecomunicación** es un **circuito TNV-1** o **TNV-3**; o
- 800 V de cresta si el circuito conectado a la **red de telecomunicación** es un **circuito MBTS** o **TNV-2**.

El efecto de una señal de llamada telefónica no se tiene en cuenta para este propósito.

G.4 Determinación de la tensión soportada requerida

G.4.1 Transitorios de la red y crestas internas repetitivas

En el inciso G.4.1, el efecto de los transitorios que proceden de la **red de telecomunicación** se ignora (véase el inciso G.4.3).

La **tensión soportada requerida** se determina de acuerdo con los puntos a), b) o c).

NOTA: Los puntos a) y b) se aplican únicamente para una **red de alimentación en corriente alterna**. El punto c) se aplica únicamente para una **red de alimentación en corriente continua**.

Se utilizan las siguientes abreviaturas.

V_{pw} la **tensión de trabajo de cresta** de la **distancia en el aire**.

$V_{cresta\ de\ red\ c.a.}$ valor de cresta de la tensión de la **red de alimentación en corriente alterna** en la primera columna de la tabla G.1, correspondiente a la **tensión nominal** o al límite superior del **intervalo de tensiones nominales**.

$V_{transitoria\ de\ red}$ la tensión transitoria de la red de alimentación determinada en los incisos G.2.1 o G.2.2.

V_{medida} la tensión transitoria máxima de la red, determinada de acuerdo con el inciso G.5 a).

a) Circuitos primarios

Se permite el uso de a1) o a2).

a1) Deben aplicarse las siguientes reglas 1) y 2):

Regla 1) Si $v_{pw} \leq V_{cresta\ de\ red\ c.a.}$

$$V_{soportada\ requerida} = V_{transitoria\ de\ red}$$

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Regla 2) Si $V_{pw} > V_{cresta\ de\ red\ c.a.}$

$$V_{soportada\ requerida} = V_{transitoria\ de\ red} + V_{pw} - V_{cresta\ de\ red\ c.a.}$$

a2) Las reglas 1) y 2) anteriores deben aplicarse, pero $V_{transitoria\ de\ red}$ debe reemplazarse por V_{medida}.

b) Circuitos secundarios cuyo circuito primario se alimenta desde la red de alimentación en corriente alterna

Se permite el uso de b1), b2) o b3).

b1) Debe aplicarse la siguiente regla 3):

Regla 3) $V_{soportada\ requerida} = V_{transitoria\ de\ red}$ o V_{pw}, el que sea mayor.

b2) La regla 3) anterior debe aplicarse, pero $V_{transitoria}$ de red debe reemplazarse por V_{medida}

b3) La regla 3) anterior debe aplicarse, pero $V_{transitoria}$ de red debe reemplazarse por una tensión que sea un nivel menor en la siguiente lista de la tabla G.1:

330, 500, 800, 1 500, 2 500, 4 000, 6 000 y 8 000 V de cresta.

Esto se permite en los siguientes casos:

- un **circuito secundario**, derivado de una **red de alimentación en corriente alterna**, que está conectado al borne de puesta a tierra de protección principal de acuerdo con el inciso 2.6.1 e).
- un **circuito secundario**, derivado de una **red de alimentación en corriente alterna** y separado del **circuito primario** mediante una pantalla metálica que está conectada al borne de puesta a tierra de protección principal de acuerdo con el inciso 2.6.1 e).

c) Circuito secundario alimentado desde una red de alimentación en corriente continua

Los puntos b1) o b3) anteriores deben aplicarse.

G.4.2 Transitorios de red de telecomunicación

En el inciso G.4.2, el efecto de los transitorios que provienen de la red y desde los circuitos internos se ignora (véase el inciso G.4.3).

Para los transitorios de una **red de telecomunicación** la **tensión soportada requerida** es:

- la **tensión transitoria de la red de telecomunicación** determinada en el inciso G.3;

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- o el valor medido de acuerdo con el inciso G.5 b);

el que sea menor.

G.4.3 Combinación de transitorios

Si los transitorios descritos en el inciso G.4.1 y aquellos descritos en el inciso G.4.2 afectan a la misma **distancia en el aire**, la **tensión soportada requerida** es la mayor de las dos tensiones. Los dos valores no deben sumarse.

G.4.4 Transitorios de los sistemas de distribución por cable

El efecto de los transitorios desde **sistemas de distribución por cable** no se tienen en cuenta cuando se determina la **tensión soportada requerida** (sin embargo, véase el inciso 7.4.1).

G.5 Medición de los niveles de tensión transitoria

Las siguientes pruebas se realizan únicamente cuando se requiera determinar si la tensión transitoria a través de la **distancia en el aire** en cualquier circuito es menor que la **tensión transitoria de la red de alimentación** determinada en el inciso G.2 (por ejemplo, debido al efecto de un filtro en el equipo). Si estas pruebas no se realizan, la tensión transitoria a través de la **distancia en el aire** debe asumirse que es igual a la **tensión transitoria de la red de alimentación**. Si la situación cubierta por el inciso G.2.2 o la situación cubierta por el inciso G.2.4 se aplica, la tensión transitoria a través de la **distancia en el aire** debe asumirse como despreciable y no se realiza la prueba.

Si es necesario, la tensión transitoria a través de la **distancia en el aire** se mide utilizando el siguiente procedimiento de prueba.

Durante las pruebas, el EBP está conectada a su unidad de alimentación independiente, si ésta existiera, pero no a la **red de alimentación**, ni a ninguna **red de telecomunicación**, y cualquier supresor de sobretensión en **circuitos primarios** se desconecta.

Se conecta un dispositivo de medida de tensión a través de la **distancia en el aire** en cuestión.

a) Transitorios desde la red de alimentación

Para medir las tensiones transitorias a través de una **distancia en el aire** debida a transitorios de la **red de alimentación**, se utiliza el generador de pruebas de impulso de la referencia 2 de la tabla N.1 para generar impulsos de 1.2/50 µs. V_c es igual a la **tensión transitoria de la red de alimentación** determinada en el inciso G.2.

Se aplican entre tres y seis impulsos de polaridad alterna, con intervalos de al menos 1 s entre impulsos, entre cada uno de los siguientes puntos, donde sea aplicable:

Para una red de alimentación en corriente alterna:

- entre líneas;
- todos los conductores de línea unidos conductivamente y el neutro;

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

– todos los conductores de línea unidos conductivamente y el borne de puesta a tierra de protección principal;

- el neutro y el borne de puesta a tierra de protección principal.

Para una red de alimentación en corriente continua:

- los puntos positivo y negativo de conexión de la alimentación;
- todos los puntos de conexión unidos conductivamente y el borne de puesta a tierra de protección principal.

b) Transitorios de la red de telecomunicación

Para medir la tensión transitoria a través de una **distancia en el aire** debido a transitorios de la **red de telecomunicación**, se utiliza el generador de pruebas de impulso de la referencia 1 de la tabla N.1 para generar impulsos de 10/700 µs. V_c es igual a la **tensión transitoria de la red de telecomunicación** determinada en el capítulo G.3.

Se aplican entre tres y seis impulsos de polaridad alterna, con intervalos de al menos 1 s entre impulsos, entre cada uno de los siguientes puntos de conexión de la **red de telecomunicación** de un tipo de interfaz único:

– cada par de terminales (por ejemplo, A y B o dato y llamada) en una interfaz;

– todas las terminales de un tipo de interfaz única unidos y tierra.

Sólo se somete a prueba un ejemplar de un juego de circuitos idénticos.

G.6 Determinación de distancias en el aire mínimas

Para los equipos que vayan a funcionar hasta 2 000 m por encima del nivel del mar, cada **distancia en el aire** debe cumplir con las dimensiones mínimas establecidas en la tabla G.2, utilizando el valor de la **tensión soportada requerida** determinado según establece el inciso G.4.

Para los equipos que vayan a funcionar a más de 2 000 m sobre el nivel del mar, las **distancias en el aire** mínimas deben multiplicarse por el factor dado en la tabla A.2 de la NMX-J-597/1-ANCE. Se permite la interpolación entre dos puntos adyacentes de la tabla A.2 de la NMX-J-597/1-ANCE. La **distancia en el aire** mínima calculada utilizando este factor de multiplicación debe redondearse al incremento de 0.1 mm inmediatamente superior.

Las **distancias en el aire** mínimas especificadas están sujetas a los siguientes valores mínimos:

– 10 mm para un espacio de aire que actúe como **aislamiento reforzado** entre una parte a **tensión peligrosa** y una parte conductora accesible del gabinete de los equipos que reposan sobre el suelo o la superficie superior no vertical de un equipo de sobremesa;

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

– 2 mm para un espacio de aire que actúe como **aislamiento básico** entre una parte sujeta a **tensión peligrosa** y una parte conductora accesible puesta a tierra del gabinete de los **equipos alimentados por toma de corriente tipo A**.

Los dos guiones anteriores no se aplican entre una parte a **tensión peligrosa** y una **superficie frontera**.

A excepción de lo establecido por el inciso 2.8.7.1, las **distancias en el aire** mínimas especificadas no se aplican al espacio de aire entre los contactos de **termostatos**, **interruptores térmicos**, dispositivos de protección contra sobrecargas, interruptores de construcción (tipo "microgap") y componentes similares en los que el espacio de aire varía con los contactos.

NOTA: Para los espacios de aire entre los contactos de dispositivos de desconexión, véase el inciso 3.4.2. Para los espacios de aire entre los contactos de interruptores de seguridad, véase el inciso 2.8.7.1.

Las **distancias en el aire** entre la **superficie frontera** de un conector y las partes conductoras dentro del conector que están conectadas a **tensión peligrosa** deben cumplir con los requisitos para **aislamiento reforzado**. Como excepción, para conectores que están:

– Fijos al equipo; y

– Dentro del equipo; y

– únicamente accesibles después de retirar un subensamble reemplazable por el **usuario** que se requiere que esté en su lugar durante el funcionamiento normal, estas **distancias en el aire** deben cumplir con los requisitos para el **aislamiento básico**.

NOTA: Las pruebas del inciso 2.1.1.1 para acceso a las partes peligrosas se aplican a dichos conectores después de retirar un subensamble.

Para el resto de **distancias en el aire** en los conectores, incluyendo conectores que no estén fijos al equipo, se aplican los valores mínimos especificados en la tabla G.2.

Las **distancias en el aire** mínimas anteriores para conectores, no se aplican a conectores que cumplan con una norma armonizada con las normas indicadas en los incisos P.18, P.20, .21, P.22 y P.23 del apéndice P, véase también el inciso 1.5.2.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA G.2.- Distancias en el aire mínimas hasta 2 000 m sobre el nivel del mar

Distancias en el aire en milímetros

TENSIÓN SOPORTADA REQUERIDA	AISLAMIENTO FUNCIONAL [a]			AISLAMIENTO BÁSICO y AISLAMIENTO SUPLEMENTARIO			AISLAMIENTO REFORZADO		
V valor de cresta o corriente continua hasta e inclusive	**Grado de contaminación**								
	1 [b]	**2**	**3**	**1** [b]	**2**	**3**	**1** [b]	**2**	**3**
400	0.1	0.2	0.8	0.2 (0.1)	0.2	0.8	0.4 (0.2)	0.4	1.6
800	0.1	0.2	0.8	0.2 (0.1)	0.2	0.8	0.4 (0.2)	0.4	1.6
1 000	0.2	0.2	0.8	0.3 (0.2)		0.8	0.6 (0.4)		1.6
1 200	0.3		0.8	0.4 (0.3)		0.8	0.8 (0.6)		1.6
1 500	0.5		0.8	0.8 (0.5)		0.8	1.6 (1.0)		1.6
2 000	1.0			1.3		(1.0)	2.6		(2.0)
2 500	1.5			2.0		(1.5)	4.0		(3.0)
3 000	2.0			2.6		(2.0)	5.2		(4.0)
4 000	3.0			4.0		(3.0)	6.0		
6 000	5.5			7.5		(5.5)	11		
8 000	8.0			11		(8.0)	16		
10 000	11			15		(11)	22		
12 000	14			19		(14)	28		
15 000	18			24		(18)	36		
25 000	33			44		(33)	66		
40 000	60			80		(60)	120		
50 000	75			100		(75)	150		
60 000	90			120		(90)	180		
80 000	130			173		(130)	260		
100 000	170			227		(170)	340		

Se permite la interpolación lineal entre dos valores adyacentes, redondeándose las DISTANCIAS EN EL AIRE mínimas hasta el incremento de 0.1 mm inmediatamente superior.

Los valores entre paréntesis se aplican únicamente si la fabricación está sometida a un programa de control de calidad que proporcione al menos el mismo nivel de aseguramiento que el del ejemplo proporcionado en el capítulo R.2. Los AISLAMIENTOS DOBLE y REFORZADO deben someterse A PRUEBAS DE RUTINA de rigidez dieléctrica.

En un circuito secundario, la DISTANCIA EN EL AIRE mínima de 5 mm sustituye cualquier valor mayor, siempre que el aislamiento involucrado supere la prueba de rigidez dieléctrica del inciso 5.2.2 utilizando:

– una tensión de prueba en corriente alterna cuyo valor eficaz (r.c.m.) es igual al 106 % de la TENSIÓN DE TRABAJO DE CRESTA (valor de cresta 150 % de la TENSIÓN DE TRABAJO DE CRESTA), o

– una tensión de prueba en corriente continua igual al 150 % de la TENSIÓN DE TRABAJO DE CRESTA.

Si el camino de la DISTANCIA EN EL AIRE está parcialmente a lo largo de la superficie de un aislamiento no perteneciente al Grupo de materiales I, la tensión de prueba se aplica únicamente a través del espacio de aire y del Grupo de materiales I. La parte del camino a través de la superficie de cualquier material aislante se deriva.

[a] No existe DISTANCIA EN EL AIRE mínima para el ASILAMIENTO FUNCIONAL a menos que se requiera por el inciso 5.3.4 a).

[b] Se permite la utilización de os valores para el grado de contaminación 1 si una muestra supera la prueba del inciso 2.10.10.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

La conformidad se verifica por medición, teniendo en cuenta el apéndice F. Se aplican las siguientes condiciones:

- las partes móviles deben situarse en la posición más desfavorable;
- para equipos que incorporan **cables de alimentación no desmontables** ordinarios, las mediciones de la **distancia en el aire** se realizan con los conductores de alimentación de la mayor sección especificada en el inciso 3.3.4 y también sin los conductores.

NOTA: Las pruebas de fuerza de los incisos 4.2.2, 4.2.3 y 4.2.4 se aplican.

- al medir las **distancias en el aire** desde una **superficie frontera** de un gabinete de un material aislante a través de una ranura o abertura en el gabinete o a través de una abertura en un conector accesible, la superficie accesible debe considerarse como conductora como si estuviera cubierta por una lámina metálica en todas aquellas partes que pueda tocar el dedo de prueba de la figura 2A (véase el inciso 2.1.1.1), aplicado sin ninguna fuerza apreciable (véase la figura F.12, punto X).

No hay prueba de rigidez dieléctrica para verificar las **distancias en el aire** excepto como se requiere en la tabla G.2 si se utiliza una **distancia en el aire** mínima de 5 mm.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE H
(Normativo)

RADIACIONES IONIZANTES
(véase el inciso 4.3.13)

Los equipos que pueden producir radiaciones ionizantes se verifican mediante la medida de la cantidad de radiación.

La cantidad de radiación se determina mediante un monitor de radiación de tipo cámara ionizante, con un área eficaz de 1 000 mm^2 o mediante otro tipo de equipo de medida que proporcione resultados equivalentes.

Las mediciones se realizan con el equipo sometido a prueba funcionando a la tensión de alimentación más desfavorable (véase el inciso 1.4.5) y con los controles del **operador** y de servicio ajustados de manera que el equipo proporcione el máximo de radiación mientras se mantenga operativo el equipo para su uso normal.

Los controles internos preajustados y que no vayan a ajustarse durante la vida útil del equipo no se consideran como controles de servicio.

A cualquier punto a 50 mm de la superficie del **área de acceso al operador**, la tasa no debe exceder 36 pA/kg (5 µSv/h) (0.5 mR/h) (véase la nota). Se tiene en cuenta en el nivel de fondo.

NOTA: Estos valores aparecen en la publicación indicada en el inciso P.17 del apéndice P.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE J
(Normativo)
TABLA DE POTENCIALES ELECTROQUÍMICOS (véase el inciso 2.6.5.6)

TABLA J.1.- Potenciales electroquímicos (V)

Magnesio, aleaciones de magnesio	Acero al 80 estaño/20 Zn,hierro o acero al cinc	Aluminio	Acero al cadmio	Aleación de aluminio/magnesio	Acero dulce	Plomo	Acero al cromo, soldadura blanda	Acero inoxidable con 12 % de cromo	Acero inoxidable con alto contenido en cromo	Cobre, aleaciones de cobre	Soldadura de plata, acero inoxidable austenítico	Acero al níquel	Plata	Rodio en plata en cobre, aleación de plata/oro	Carbono	Oro, platino	
0	0.5	0.55	0.7	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.15	1.25	1.35	1.4	1.45	1.6	1.65	1.7	1.75	Magnesio, aleaciones de magnesio
	0	0.05	0.2	0.3	0.35	0.4	0.5	0.55	0.6	0.65	0.75	0.85	0.9	0.95	1.1	1.15	1.2	1.25	Cinc, aleaciones de cinc
		0	0.15	0.25	0.3	0.35	0.45	0.5	0.55	0.6	0.7	0.8	0.85	0.9	1.05	1.1	1.15	1.2	Acero al 80 estaño/20 cinc, hierro o
			0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.35	0.4	0.45	0.55	0.65	0.7	0.75	0.9	0.95	1	1.05	Acero al cadmio
				0	0.05	0.1	0.2	0.25	0.3	0.35	0.45	0.55	0.6	0.65	0.8	0.85	0.9	0.95	Aluminio
					0	0.05	0.15	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.55	0.6	0.75	0.8	0.85	0.9	Aleación de aluminio/magnesio
						0	0.1	0.15	0.2	0.25	0.35	0.45	0.5	0.55	0.7	0.75	0.8	0.85	Acero dulce
							0	0.05	0.1	0.15	0.25	0.35	0.4	0.45	0.6	0.65	0.7	0.75	Duraluminio
								0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.35	0.4	0.55	0.6	0.66	0.7	Plomo
									0	0.05	0.15	0.25	0.3	0.35	0.5	0.55	0.6	0.65	Acero al cromo, soldadura blanda
										0	0.1	0.2	0.25	0.3	0.45	0.5	0.55	0.6	Acero al cromo o níquel, acero al estaño Acero inoxidable con 12 % de cromo
											0	0.1	0.15	0.2	0.35	0.4	0.45	0.5	Acero inoxidable con alto contenido en
												0	0.05	0.1	0.25	0.3	0.35	0.4	Cobre, aleaciones de cobre
													0	0.05	0.2	0.25	0.3	0.35	Soldadura de plata, acero inoxidable
														0	0.15	0.2	0.25	0.3	Acero al níquel
															0	0.05	0.1	0.15	Plata
																0	0.05	0.1	Rodio en plata en cobre, aleación de plata/oro
																	0	0.05	Carbono
																		0	Oro, platino

Cr=Cromo
Ni=Níquel

NOTA:
La corrosión debido a la acción electroquímica entre metales diferentes que están en contacto se minimiza si el potencial electroquímico combinado está por debajo de alrededor 0.6 V. En la tabla los potenciales electroquímicos combinados se enumeran para un número de pares de metales de uso común; las combinaciones por encima de la línea divisoria deben evitarse.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE K
(Normativo)

CONTROLES TÉRMICOS
(véanse los incisos 1.5.3 y 5.3.8)

K.1 Capacidad de cierre y corte

Los **termostatos** y los **limitadores de temperatura** deben tener el adecuado capacidad de cierre y de corte.

La conformidad se verifica sometiendo tres muestras ya sea por las pruebas establecidas en los incisos K.2 y K.3 o bien a las pruebas del inciso K.4, como proceda. Si el componente es marcado T, se somete a prueba una muestra con la parte interruptora a temperatura ambiente y dos muestras se someten a prueba con la parte interruptora a la temperatura correspondiente con el marcado.

Los componentes que no tengan marcado de sus características nominales se someten a prueba en el equipo o de forma independiente, como sea más conveniente, pero, si se someten a prueba de forma independiente, las condiciones de prueba han de ser similares a las que se presentan en el equipo.

Durante las pruebas, no debe producirse ningún arco permanente.

Tras las pruebas, las muestras no deben presentar deterioro alguno que afecte a su uso posterior. Las conexiones eléctricas no deben haberse aflojado. El componente debe soportar una prueba de rigidez dieléctrica como el especificado en el inciso 5.2.2, con la excepción de que la tensión de prueba para el aislamiento entre los contactos es el doble de la tensión aplicada cuando el equipo funciona a la **tensión nominal** o al límite superior del **intervalo de tensiones nominales**.

Para los propósitos de la prueba, la frecuencia de conmutación puede incrementarse por encima de la propia del equipo, siempre que esto no induzca un mayor riesgo de falla.

Si no es posible probar el componente de forma separada, se prueban tres muestras del equipo en el que se utiliza el componente.

K.2 Confiabilidad de los termostatos

Los **termostatos** se forzan, térmicamente, a realizar 200 ciclos de funcionamiento (200 de cierre y 200 de corte) con el equipo funcionando a una tensión igual al 110 % de la **tensión nominal** o igual al 110 % del límite superior del **intervalo de tensiones nominales** y en condiciones **normales de carga**.

K.3 Prueba de resistencia de los termostatos

Los **termostatos** se forzan, térmicamente, a realizar 10 000 ciclos de funcionamiento (10 000 de cierre y 10 000 de corte) con el equipo funcionando a la **tensión nominal** o al límite superior del **intervalo de tensiones nominales** y en condiciones **normales de carga**.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

K.4 Resistencia de los limitadores de temperatura

Los **limitadores de temperatura** se forzan, térmicamente, a realizar 1 000 ciclos de funcionamiento (1 000 de cierre y 1 000 de corte) con el equipo funcionando a la **tensión nominal** o al límite superior del **intervalo de tensiones nominales** y en condiciones **normales de carga**.

K.5 Confiabilidad de los interruptores térmicos

Los **interruptores térmicos** deben funcionar confiablemente.

La conformidad se verifica mientras que el equipo está funcionando bajo las condiciones especificadas en el inciso 4.5.2.

Los **interruptores térmicos de restablecimiento automático** se forzan a operar 200 veces; los **interruptores térmicos de restablecimiento manual** se reinician después de cada operación y así se operan 10 veces.

Después de las pruebas, las muestras no deben presentar deterioro alguno que altere su uso posterior.

Se permite el enfriamiento forzado y la realización de periodos de descanso con el fin de evitar deterioros en el equipo.

K.6 Estabilidad de funcionamiento

Los **termostatos**, **limitadores de temperatura** y **interruptores térmicos** deben construirse de manera que sus ajustes no se vean afectados sensiblemente por el calentamiento, vibraciones, etc., que sucedan durante su uso normal.

La conformidad se verifica por inspección durante las pruebas de funcionamiento anormal establecidos en el inciso 5.3.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE L
(Normativo)

CONDICIONES NORMALES DE CARGA PARA ALGUNOS TIPOS DE EQUIPOS ELÉCTRICOS DE OFICINA
(véanse los incisos 1.2.2.1 y 4.5.2)

L.1 Máquinas de escribir

Las máquinas de escribir se activan sin aplicarles ninguna carga hasta que se alcancen condiciones estables. Las máquinas con teclado manual funcionan a una velocidad de 200 caracteres por minuto, con un salto de línea cada 60 caracteres, espacios incluidos, hasta que se alcancen las condiciones estables. Las máquinas que funcionan automáticamente funcionan a la velocidad máxima de escritura recomendada por la hoja de instrucciones del fabricante.

L.2 Máquinas calculadoras y cajas registradoras

Para máquinas calculadoras y cajas registradoras, se introducen o marcan números de cuatro cifras y se activa 24 veces por minuto la tecla de repetición o la barra de operación, hasta que se establezcan las condiciones estables de funcionamiento, siendo el número de cuatro cifras a usar aquel que carga la máquina de una manera más fuerte. Si la caja registradora tiene un cajón que se abre cada vez que se realiza una operación, ésta funciona a un ritmo de 15 ciclos de operación por minuto, cerrándose el cajón después de cada operación, hasta que se alcancen las condiciones estables. Para una máquina calculadora o para una caja registradora, una operación consiste en la introducción por parte del **operador** de las cifras con las que la máquina ha de operar y entonces accionar la barra de operación, la tecla de repetición o el dispositivo análogo para cada operación.

L.3 Borradores

Los borradores funcionan continuamente durante 1 h sin carga alguna.

L.4 Sacapuntas

Para un sacapuntas, se afilan cinco lápices nuevos, ocho veces cada uno, según la siguiente tabla. Excepto para los lápices nuevos, se rompe la punta antes de cada afilado.

Periodo de afilado	4 s para un lápiz nuevo 2 s para cada afilado posterior
Intervalo entre afilados	6 s
Intervalo entre lápices	60 s

Todos estos tiempos son aproximados.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

L.5 Duplicadoras y fotocopiadoras

Las duplicadoras y las fotocopiadoras funcionan continuamente a su máxima velocidad hasta que alcanzan condiciones estables. Se permite introducir un periodo de descanso de 3 min cada 500 copias, si es compatible con el diseño de la máquina.

L.6 Archivos motorizados

Los archivos motorizados se cargan de manera que simulen condiciones de desequilibrio causadas por una desigual de distribución de su contenido. Durante el funcionamiento, la carga desequilibrada se desplaza aproximadamente un tercio del recorrido total del camino que impone la carga máxima en cada operación. Esta operación se repite cada 15 s hasta que se alcancen condiciones estables.

Una carga producida por una distribución no uniforme de contenidos se permite simular como sigue.

En caso de transporte vertical, se cargan tres octavos del área de llenado, sin dejar **distancias en el aire** con tres octavos de la carga total admisible. El camino de transporte entero se realiza con esta carga. Se repite el ciclo de transporte cada 10 s hasta que se estabilice la temperatura.

En caso de otro tipo de transporte, por ejemplo horizontal o circular, se mueve la carga total a lo largo del recorrido completo de transporte. Se ha de repetir el ciclo de transporte cada 15 s hasta que se estabilice la temperatura.

L.7 Otros equipos de oficina

Los otros equipos de oficina funcionan en las condiciones más desfavorables que establezcan las instrucciones de funcionamiento.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE M
(Normativo)

CRITERIOS PARA LAS SEÑALES DE LLAMADA TELEFÓNICA
(véase el inciso 2.3.1)

M.1 Introducción

Los dos métodos alternativos descritos en este apéndice reflejan las experiencias satisfactorias alcanzadas en diferentes partes del mundo. El método A es típico de las redes telefónicas en Europa, y el método B de las rede telefónicas de Norteamérica. Ambos métodos conducen a normas de seguridad eléctrica ampliamente equivalentes.

M.2 Método A

Este método requiere que las corrientes I_{TS1} e I_{TS2} que atraviesan una resistencia de 5 000 Ω colocada entre dos conductores o entre un conductor y la tierra no excedan los límites especificados siguientes.

a) Para funcionamiento normal, I_{TS1}, la corriente determinada a partir de una corriente calculada o medida para cualquier periodo de llamada único t_1 (como se define en la figura M.1), no debe exceder:

   1) para señales de llamada cadenciadas ($t_1 < \infty$), de la corriente dada por la figura M.2 para t_1;

   2) para señales de llamada continuas ($t_1 = \infty$), 16 mA.

I_{TS1}, en mA, viene determinada por:

$$I_{TS1} = \frac{I_p}{\sqrt{2}} \qquad \text{para } (t_1 \leq 600 \text{ ms})$$

$$I_{TS1} = \frac{t_1 - 600}{600} * \frac{I_{pp}}{2\sqrt{2}} + \frac{1200 - t_1}{600} * \frac{I_p}{\sqrt{2}} \qquad \text{para } (600 \text{ ms} < t_1 < 1\,200 \text{ ms})$$

$$I_{TS1} = \frac{I_{pp}}{2\sqrt{2}} \qquad \text{para } (t_1 \geq 1\,200 \text{ ms})$$

Donde:

I_p es la corriente de cresta, en mA, de la forma de onda correspondiente según la figura M.3;

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

I_{pp} es el valor de la corriente cresta a cresta, en mA, de la forma de onda correspondiente según la figura M.3;

t_1 está expresado en ms.

b) Para funcionamiento normal, I_{TS2}, corriente media de ráfagas repetidas de una señal cadenciada de llamada calculada para un ciclo de cadencia de llamada t_2 (como define la figura M.1), no excede de 16 mA en valor eficaz.

I_{TS2}, en mA, viene dado por:

$$I_{TS2} = \left[\frac{t_1}{t_2} * I_{TS1}^2 + \frac{t_2 - t_1}{t_2} * \frac{I_{dc}^2}{3.75^2}\right]^{1/2}$$

Donde:

I_{TS1} en mA, es el valor dado en el punto a) del inciso M.2;

I_{dc} es la corriente en corriente continua, en mA, que atraviesa una resistencia de 5 000 Ω durante el periodo inactivo del ciclo cadenciado;

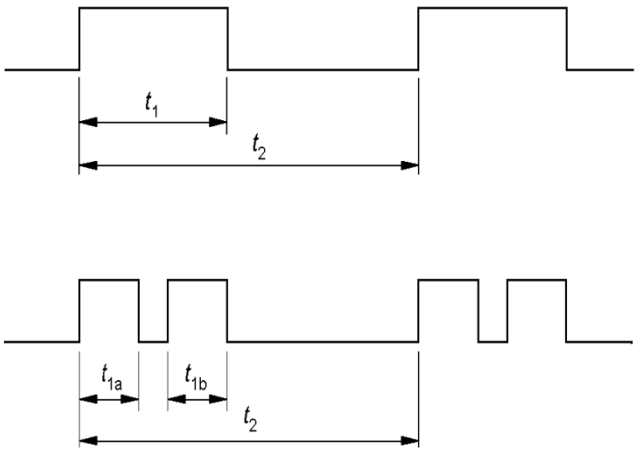
t_1 y t_2 están expresados en milisegundos.

NOTA: Las frecuencias de las tensiones de llamada telefónica se encuentran normalmente entre 14 Hz y 50 Hz.

c) Bajo las condiciones de falla, incluyendo cuando la llamada cadenciada llega a ser continua:

– I_{TS1} no debe exceder la corriente dada por la curva de la figura M.2, o 20 mA, lo que sea mayor;

– I_{TS2} no debe exceder un límite de 20 mA.



t1 es:

– la duración de un único periodo de llamada, en el que el timbre esté activo durante todo el único periodo de llamada;

– la suma de los periodos activos de llamada dentro del periodo único de llamada, cuando éste contenga dos o más periodos activos discretos de llamada, como muestra el ejemplo, en el cual

$t_1 = t_{1a} + t_{1b}$

t_2 es la duración de un ciclo completo de cadencia.

FIGURA M.1.- Definición de un periodo de llamada y de un ciclo de cadencia

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

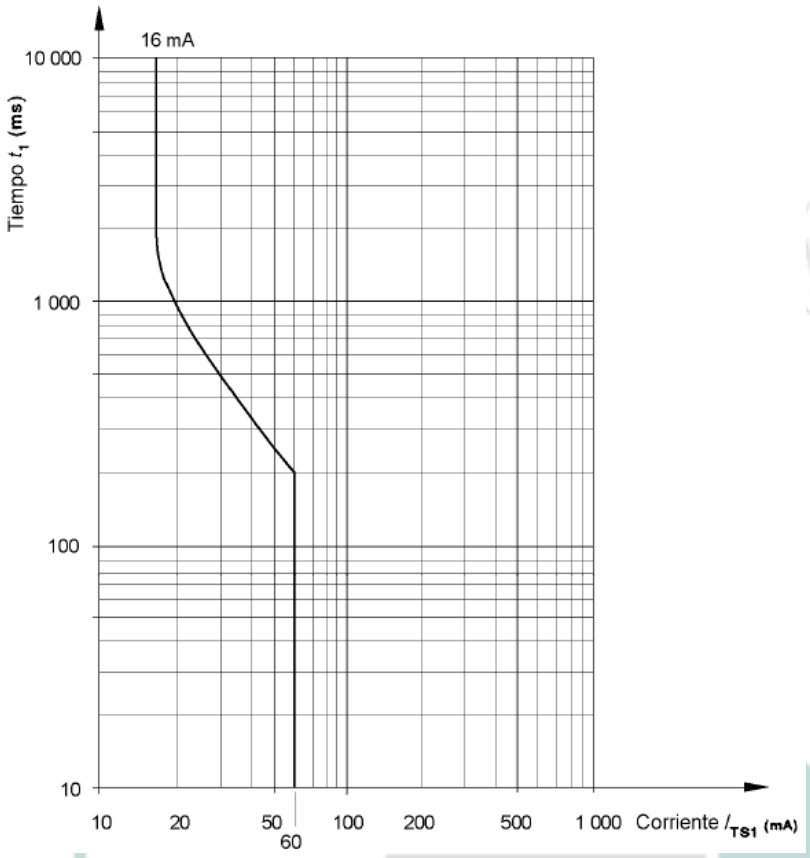


FIGURA M.2.- Curva límite de I_{TS1} para señales cadenciadas de llamada

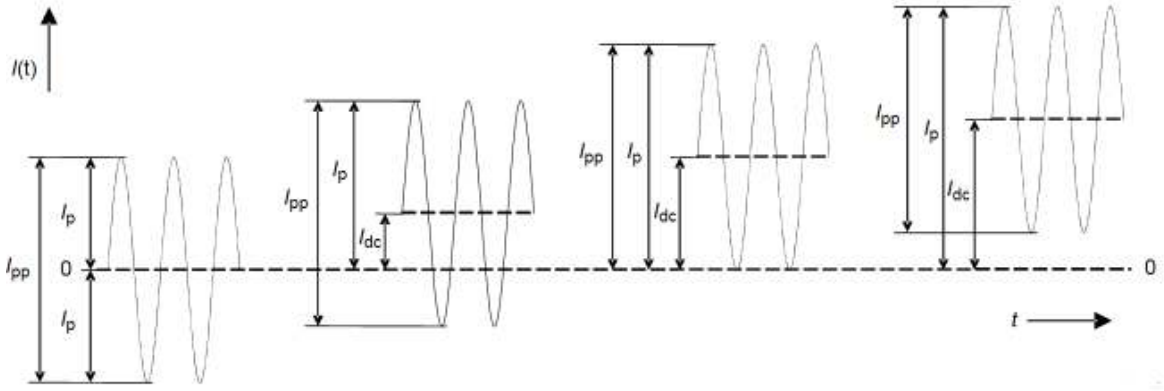


FIGURA M.3.- Corriente de cresta y corriente cresta a cresta

M.3 Método B

NOTA: Este método está basado en la parte 68, subparte D, del documento indicado en el inciso P.55 del apéndice P, con los requisitos adicionales que sean aplicables bajo condiciones de falla.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

M.3.1 Señal de llamada

M.3.1.1 Frecuencia

La señal de llamada únicamente debe usar frecuencias cuyo componente fundamental sea menor o igual a 70 Hz.

M.3.1.2 Tensión

La tensión de llamada debe ser inferior a 300 V de cresta a cresta e inferior a 200 V de cresta con respecto a tierra, medida a través de una resistencia de al menos 1 MΩ.

M.3.1.3 Cadencia

La tensión de llamada debe interrumpirse para generar intervalos de silencio de al menos 1 s de duración, separados por no más de 5 s. Durante los intervalos de silencio la tensión a tierra no debe exceder de 60 V en corriente continua.

M.3.1.4 Corriente de falla

Cuando llamadas cadenciadas se convierten en continuas como consecuencia de una falla ~~único~~, la corriente circulante a través de una resistencia de 5 000 Ω conectada entre dos conductores de salida cualesquiera o entre un conductor de salida y la tierra no debe exceder de 56.5 mA de cresta a cresta, tal y como muestra la figura M.3.

M.3.2 Dispositivo de activación y tensión de supervisión

M.3.2.1 Condiciones de utilización de un dispositivo de activación o una tensión de supervisión

Un circuito de señal de llamada debe incluir un dispositivo de activación como se especifica en el inciso M.3.2.2 o proveer una tensión de supervisión como especifica el inciso M.3.2.3 o ambos, dependiendo de la corriente que atraviese una resistencia especificada conectada entre el generador de señales de llamada y la tierra, como se indica a continuación:

- si la corriente que atraviesa una resistencia de 500 Ω o superior, no excede de 100 mA de cresta a cresta, no se requieren ni el dispositivo de activación ni la tensión de supervisión;

- si la corriente que atraviesa una resistencia de 1 500 Ω o superior, excede de 100 mA de cresta a cresta, debe incluirse un dispositivo de activación. Si el dispositivo de activación cumple con los criterios especificados en la figura M.4 con una resistencia de R = 500 Ω o superior, no se requiere tensión de supervisión. Sin embargo, si el dispositivo de activación sólo cumple con los criterios con una resistencia de R= 1 500 Ω o superior, entonces debe proporcionarse también una tensión de supervisión;

- si la corriente que atraviesa una resistencia de 500 Ω o superior, excede de 100 mA de cresta a cresta, pero la corriente que atraviesa una resistencia de 1 500 Ω o superior, no excede de este valor, deben proporcionarse:

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

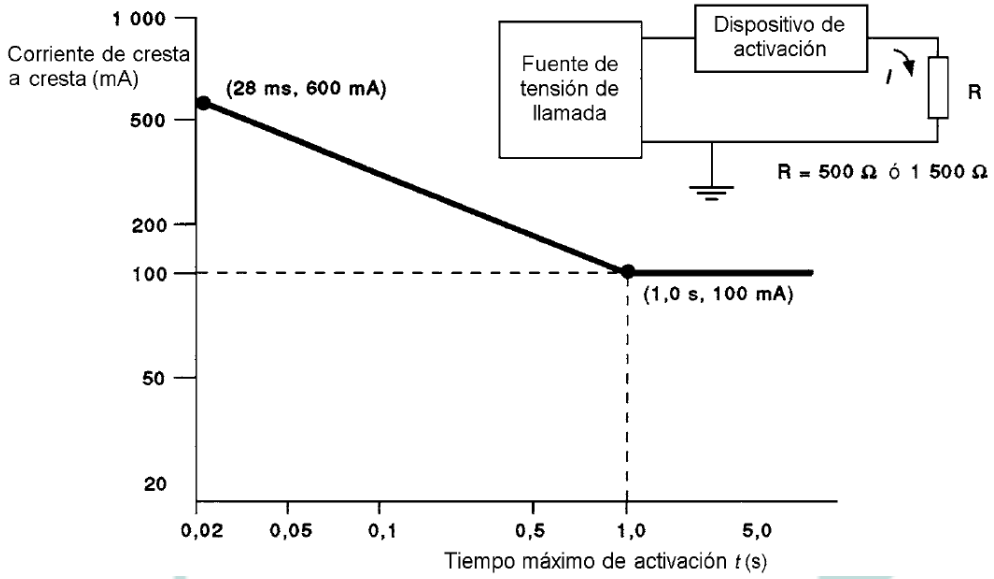
- un dispositivo de activación que cumpla con los criterios establecidos en la figura M.4 con una resistencia de R = 500 Ω o superior, o

- una tensión de supervisión.

NOTAS:

1) Los dispositivos de activación son, en general, sensibles a la corriente y no tienen una respuesta lineal, debido a las características resistencia/corriente y al factor retraso/respuesta en su diseño.

2) Para minimizar el tiempo de prueba, conviene utilizar una caja de resistencias variables.



NOTAS:

1) t se mide desde el momento de conexión de la resistencia R al circuito.

2) La parte descendente de la curva viene definida por $I = 100 / (t)^{1/2}$.

FIGURA M.4.- Criterios de activación de la tensión de llamada

M.3.2.2 Dispositivo de activación

Un dispositivo de activación sensible a la corriente conectado en serie con el conductor de sonido, que activa la llamada como se especifica en la figura M.4.

M.3.2.3 Tensión de supervisión

Una tensión a tierra en el conductor de datos o llamada con una magnitud de al menos 19 V de cresta, pero no superior a 60 V en corriente continua, cuando la tensión de llamada no esté presente (periodo de reposo).

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE N
(Normativo)

GENERADORES DE IMPULSOS DE PRUEBA
(véanse los incisos 1.5.7.2, 1.5.7.3, 2.10.3.9, 6.2.2.1, 7.4.2, 7.4.3 y el inciso G.5)

NOTA: Es necesario extremar precauciones cuando se usan estos generadores de prueba debido a la gran cantidad de energía eléctrica que se almacena en el capacitor C_1.

N.1 Generador de impulsos de prueba UIT-T

El circuito de la figura N.1, con los valores de los componentes establecidos en las referencias 1 y 2 de la tabla N.1, se utiliza para generar impulsos, estando cargado inicialmente el capacitor C_1 con una tensión V_c.

La referencia de circuito 1 de la tabla N.1 genera impulsos de 10/700 µs (10 µs de tiempo virtual de frente, 700 µs de tiempo virtual de valor medio), para simular interferencia de rayos en la **red de telecomunicación**.

La referencia de circuito 2 de la tabla N.1 genera impulsos de 1.2/50 µs (1.2 µs de tiempo virtual de frente, 50 µs de tiempo virtual de valor medio), para simular transitorios en sistemas de distribución de potencia.

Las formas de la onda de impulso están bajo condiciones de circuito abierto y pueden ser diferentes bajo condiciones de carga.

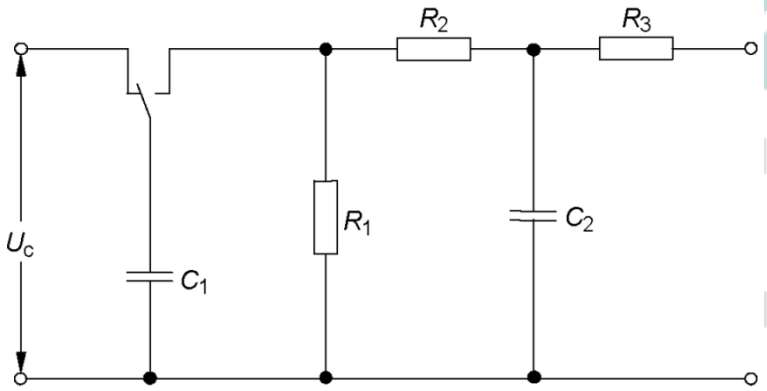


FIGURA N.1.- Circuito generador de prueba de impulsos UIT-T

N.2 Generador de prueba de impulsos de la NMX-I-062-NYCE

El circuito de la figura N.2, usando los valores de los componentes de la referencia 3 de la tabla N.1, se utiliza para generar impulsos, estando el capacitor C_1 inicialmente cargado a la tensión V_c. El interruptor usado en la figura N.2 es una parte crítica del circuito. Véase el inciso 10.1 de la Norma Mexicana NMX-I-062-NYCE para más información.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

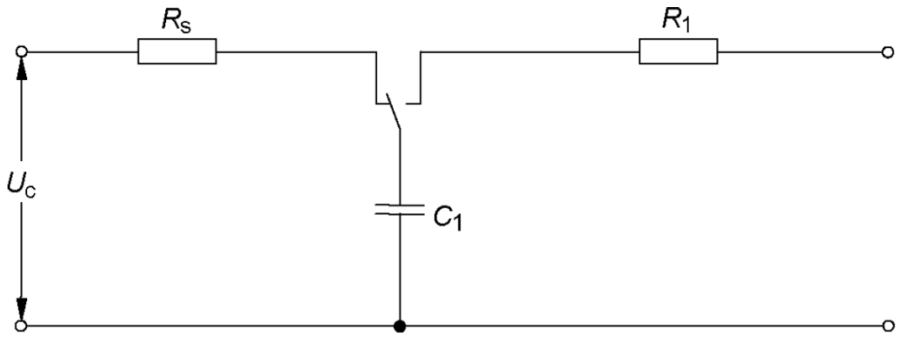


FIGURA N.2.- Circuito generador de prueba de impulsos de la Norma Mexicana NMX-I-062-NYCE

TABLA N.1.- Valores de los componentes para las figuras N.1 y N.2

Referencia	Impulso de prueba	Figura	C	C	R	R	R	R	Véase
1 [a]	10/700 µs	N.1	20 µF	0.2 µF	50 Ω	15 Ω	25 Ω	–	1.5.7.3, 2.10.3.9, 6.2.2.1, 7.4.3 y el punto b) del capítulo G.5
2 [b]	1.2/50 µs	N.1	1 µF	30 nF	76 Ω	13 Ω	25 Ω	–	1.5.7.2, 2.10.3.9 y el punto a) del capítulo G.5
3 [c]	–	N.2	1 nF	–	1 kΩ	–	–	15 MΩ	1.5.7.3 y 7.4.2

[a] El impulso de la referencia 1 es típico de tensiones inducidas en las líneas telefónicas y en los cables coaxiales en cables exteriores largos debidas a rayos que caen a tierra cercanos.

[b] El impulso de la referencia 2 es típico de los incrementos de potencial de tierra debidos tanto a los rayos que caen en las líneas de alta tensión como a las fallas de las líneas.

[c] El impulso de la referencia 3 es típico de tensiones inducidas en el cableado de sistema de antena debidas a la caída de rayos a tierra cercanos.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE P
(Informativo)

NORMAS QUE COMPLEMENTAN A ESTA NORMA MEXICANA

En tanto no se elaboren las Normas Mexicanas, se deben usar de manera supletoria las siguientes normas:

P.1	ISO 8256, 2004	Plastics, Determination of tensile-impact strength.
P.2	ISO 180, 2000	Plastics, Determination of Izod impact strength.
P.3	IEC 60695-11-20, 2003	Versión Oficial en Español - Modificación 1 - Pruebas relativas a los riesgos del fuego. Parte 11-20: Llamas de prueba. Métodos de prueba a la flama de 500 W.
P.4	ISO 9772:2012	Cellular plastics -- Determination of horizontal burning characteristics of small specimens subjected to a small flame.
P.5	ISO 9773:1998	Plastics -- Determination of burning behaviour of thin flexible vertical specimens in contact with a small-flame ignition source.
P.6	ISO 527, 2012	Plastics, Determination of tensile properties.
P.7	UIT-T K.27, 1996	Bonding configurations and earthing inside a telecommunication building.
P.8	ISO 178, 2010	Plastics, Determination of flexural properties.
P.9	ISO 179, 2010	Plastics, Determination of Charpy impact properties.
P.10	IEC 61643, 2005	Low Voltage Surge Protective Devices.
P.11	IEC 61643-21, ed1.2, 2012	Low voltage surge protective devices - Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks - Performance requirements and testing methods.
P.12	IEC 61643-311 ed2.0, 2013	Components for low-voltage surge protective devices - Part 311: Performance requirements and test circuits for gas discharge tubes (GDT).
P.13	IEC 61643-321 ed1.0, 2001	Versión Oficial en Español - Componentes para dispositivos de protección contra sobretensiones de baja

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

		tensión. Parte 321: Especificación para diodos de avalancha (ABD).
P.14	IEC 61643-331 ed1.0, 2003	Components for low-voltage surge protective devices - Part 331: Specification for metal oxide varistors (MOV).
P.15	IEC 60417	Graphical symbols for use on equipment - 12-month subscription to online database comprising all graphical symbols published in IEC 60417.
P.16	ISO 7000:2012	Graphical symbols for use on equipment -- Registered symbols.
P.17	ICRP Publication 60 Publication 103, 1991	1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection.
P.18	IEC/TR 60083 ed6.0, 2009	Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use standardized in member countries of IEC.
P.19	IEC 60073 ed6.0, 2002	Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification - Coding principles for indicators and actuators .
P.20	IEC 60309 ed4.2, 2012	Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes.
P.21	IEC 60320 ed2.1, 2007	Appliance couplers for household and similar general purposes.
P.22	IEC 60906-1 ed2.0, 2009	IEC system of plugs and socket-outlets for household and similar purposes - Part 1: Plugs and socket-outlets 16 A 250 V a.c.
P.23	IEC 60906-2 ed3.0, 2011	IEC system of plugs and socket-outlets for household and similar purposes - Part 2: Plugs and socket-outlets 15 A 125 V a.c. and 20 A 125 V a.c.
P.24	ISO 4892-1, 1999	Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 1: General guidance.
P.25	ISO 4892-2, 2013	Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 2: Xenon-arc lamps.
P.26	IEC 60747-5-5-am1 ed1.0, 2013	Semiconductor devices - Discrete devices - Part 5-5: Optoelectronic devices – Photocouplers.
P.27	IEC 60317 ed4.0, 2010	Specifications for particular types of winding wires.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

P.28	IEC 60885-1 ed1.0, 1987	Electrical test methods for electric cables. Part 1: Electrical tests for cables, cords and wires for voltages up to and including 450/750 V.
P.29	IEC 60245-1 ed4.1, 2008	Rubber insulated cables - Rated voltages up to and including 450/750 V - Part 1: General requirements.
P.30	IEC 60227-1 ed3.0, 2007	Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V - Part 1: General requirements.
P.31	ITU-T K.45 (11/2011)	Resistibility of telecommunication equipment installed in the access and trunk networks to overvoltages and overcurrents.
P.32	IEC 60728-11 ed3.0, 2010	Cable networks for television signals, sound signals and interactive services - Part 11: Safety.
P.33	ISO 4892-4, 2013	Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 4: Open-flame carbon-arc lamps.
P.34	IEC 60851-6 ed3.0, 2012	Winding wires - Test methods - Part 6: Thermal properties.
P.35	IEC 60851-3 ed3.1, 2013	Winding wires - Test methods - Part 3: Mechanical properties.
P.36	ITU-T K.21 (11/2011)	Resistibility of telecommunication equipment installed in customer premises to overvoltages and overcurrents.
P.37	IEC 60896-21 ed1.0, 2004	Stationary lead-acid batteries - Part 21: Valve regulated Types - Methods of test.
P.38	EN 50272-2:2001	Safety requirements for secondary batteries and battery installations -- Part 2: Stationary batteries.
P.39	IEC/TR 60825-9 ed1.0, 1999	Safety of laser products - Part 9: Compilation of maximum permissible exposure to incoherent optical radiation.
P.40	CIE 63	Publicación 63 de la Clasificación Internacional de Enfermedades.
P.41	ISO 2859-1, 1999	Sampling procedures for inspection by attributes - Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

P.42	IEC 60825-2 ed3.0, 2004	Safety of laser products - Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS).
P.43	IEC 60825-12 ed1.0, 2004	Safety of laser products - Part 12: Safety of free space optical communication systems used for transmission of information.
P.44	IEC 62471 ed1.0, 2006	Photobiological safety of lamps and lamp systems.
P.45	IEC-TS 60695-2-20 ed2.0, 2004	Fire hazard testing - Part 2-20: Glowing/hot wire based test methods - Hot-wire coil ignitability - Apparatus, test method and guidance.
P.46	IEC 60410 ed1.0, 1973	Sampling plans and procedures for inspection by attributes.
P.47	USA CFR 47, parte 68, Subparte D	Connection of terminal equipment to the telephone network.
P.48	ITU-T K.11 (01/2009)	Principles of protection against overvoltages and overcurrents.
P.49	IEC 60269-2 ed3.0, 2006	Low-voltage fuses - Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) - Examples of standardized systems of fuses A to I.
P.50	ITU-T K.20 (11/2011)	Resistibility of telecommunication equipment installed in a telecommunications centre to overvoltages and overcurrents.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE Q
(Normativo)

RESISTENCIAS DEPENDIENTES DE LA TENSIÓN (VDRs (Voltage Dependent Resistors por sus siglas en inglés))
(Véase el inciso 1.5.9.1)

Un VDR utilizado en un **circuito primario** debe cumplir con los siguientes detalles:

a) Categorías climáticas preferidas

Temperatura de categoría inferior: -10 ºC
Temperatura de categoría superior: +85 ºC
Duración de la prueba continua de calor húmedo: 21 días

b) Tensión continua máxima

La tensión en corriente alterna continua máxima se selecciona de la lista de tensiones preferidas y debe ser al menos el 120 % de :

- la **tensión nominal** del equipo o
- la tensión superior del **intervalo de tensiones nominales** del equipo.

c) Corriente de impulso (véase la tabla Q.1)

Se utilizan impulsos combinados de 6 kV/3 kA de polaridad alternativa, con una forma de impulso de 1.2/50 µs para la tensión y 8/20 µs para la corriente.

Además de los requisitos de funcionamiento de la tabla I grupo 1, la tensión de sujeción después de la no debe haber cambiado en más de un 10 % cuando se mide con la corriente especificada por el fabricante.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA Q.1.- Plan de prueba para aprobación de calidad

Prueba	Destructiva o No Destructiva	Condiciones de prueba	Tamaño de muestra & criterio de aceptación			Requisitos de desempeño
			Tamaño de muestra	Defectos permitidos por grupo o subgrupo	Defectos permitidos por un grupo o varios	
Grupo 1 - Corriente de impulso -Tensión bajo condición de impulso - Tensión de prueba	Destructiva	10 impulsos de 8/20 µs, en una dirección, 2 por minuto - Chequeo visual - Corriente de fuga o tensión a corriente especificada En corriente destacada (En varistores aislados únicamente) Métodos: como lo dice la especificación detallada	8	1	3	Sin daño visible Como lo dice la especificación detallada Como lo dice la especificación detallada Como en la tensión de prueba

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE R
(Informativo)

EJEMPLOS DE REQUISITOS PARA PROGRAMAS DE CONTROL DE CALIDAD

NOTA: Este apéndice proporciona ejemplos de requisitos para programas de control de calidad como los especificados en el inciso 2.10.6.2 para las distancias de separación mínimas entre tarjetas impresas encapsuladas, en el incisos 2.10.3 y el inciso G.2 para **distancias en el aire** reducidas.

R.1 Distancias mínimas de separación entre tarjetas impresas encapsuladas no equipadas (véase el inciso 2.10.6.2)

Un fabricante que desee utilizar las distancias mínimas de separación permitidas por el inciso 2.10.6.2, tabla 2Q, debe implementar un programa de control de calidad para aquellas características de las tarjetas que se especifican en la tabla R.1. Este programa debe incluir controles de calidad específicos para las herramientas y materiales que afecten al espaciado de conductores, una adecuada inspección de patrones y espacios, limpieza, espesor del encapsulado, pruebas eléctricas para cortocircuitos, resistencia del aislamiento y tensión eléctrica soportada.

El fabricante también debe identificar y programar la protección y cuando sea aplicable, los procesos de instalación que afecten directamente a la calidad y debe asegurar que estos procesos se llevan a cabo en condiciones controladas. Las condiciones controladas deben incluir:

- instrucciones de trabajo documentadas que definan el proceso, equipo, entorno y forma de producción cuando la falta de tales instrucciones afecta adversamente a la calidad, al uso de equipos de producción e instalación adecuados, al entorno de trabajo adecuado, a la conformidad con las normas referenciadas, a las especificaciones y a los planes de calidad;

- supervisión y control de los procesos, características de producto adecuados durante su fabricación e instalación en el equipo;

- los criterios para su manipulado, establecidos con el detalle que sea necesario en especificaciones escritas o mediante muestras representativas;

- el mantenimiento de registros para los procesos, equipos y personal cualificado, según sea adecuado.

La tabla R.1 proporciona el plan de muestreo por atributos y las pruebas necesarias para cumplir con los requisitos del inciso 2.10.6.2. El número de muestras de tarjetas de producción debe basarse en las normas especificadas en los incisos P.46 y P.41 del apéndice P o normas nacionales equivalentes.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA R.1.- Reglas de muestreo e inspección - tarjetas impresas encapsuladas

Pruebas	AISLAMIENTO BÁSICO	AISLAMIENTO SUPLEMENTARIO	AISLAMIENTO REFORZADO
Espaciado mm [a]	Muestreo S2 AQL 1.0	Muestreo S2 AQL 1.0	Muestreo S2 AQL 1.0
Prueba de rigidez dieléctrica [b]	Muestreo S2 AQL 2.5	Muestreo S2 AQL 2.5	PRUEBA DE RUTINA: una falla requiere evaluación de la causa
Resistencia a la abrasión	Muestreo S1 AQL 2.5	Muestreo S1 AQL 2.5	Muestreo S1 AQL 2.5
Envejecimiento térmico [c]	Muestreo S3 AQL 4	Muestreo S3 AQL 4	Muestreo S3 AQL 4
Ciclo térmico [c]	Muestreo S1 AQL 1.5	Muestreo S1 AQL 1.5	Muestreo S1 AQL 1.5
Resistencia del aislamiento [d]	Muestreo S2 AQL 2.5	Muestreo S2 AQL 2.5	Muestreo S2 AQL 2.5
Inspección visual del encapsulado [e]	PRUEBA DE RUTINA	PRUEBA DE RUTINA	PRUEBA DE RUTINA

[a] Para minimizar el tiempo de prueba e inspección, se permite sustituir la medición de las distancias de separación por la medición de la tensión de ruptura. Inicialmente, se establece la tensión de ruptura para 10 tarjetas no encapsuladas para las que se han confirmado las medidas de espaciado. La tensión de ruptura de las siguientes tarjetas no encapsuladas se verifica entonces contra un límite inferior igual a la tensión de ruptura mínima para las 10 tarjetas iniciales menos 100 V. Si la ruptura sucede a este límite inferior, una tarjeta se considera una falla a menos que la medición directa del espaciado sea conforme con el requisito.

[b] La prueba de rigidez dieléctrica debe llevarse a cabo de acuerdo al inciso 5.2.2 excepto que la duración deba ser de 1 s a 5 s.

[c] Las pruebas de envejecimiento y ciclo térmico deben realizarse dondequiera que se cambie el material de encapsulado, el material de la tarjeta impresa o el proceso. Se recomienda que debería realizarse al menos una vez al año.

[d] La resistencia del aislamiento no debe ser inferior a 1 000 MΩ.

[e] Una inspección visual sin aumento óptico o inspección óptica automatizada con resolución equivalente no debe mostrar grietas, burbujas, orificios, ni deterioro del encapsulado en el área de espaciado reducido. Cualquiera de las fallas anteriores debe ser razón para rechazar la tarjeta impresa.

R.2 Distancias en el aire reducidas (véase el inciso 2.10.3)

Un fabricante que desee utilizar las **distancias en el aire** reducidas permitidas por el inciso 2.10.3, las tablas 2J, 2K, 2L y el inciso G.2, debe implementar un programa de control de calidad para aquellas características de la construcción que se especifican en la tabla R.2. Este programa debe incluir controles de calidad específicos para las herramientas y materiales que afecten a las **distancias en el aire**.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

El fabricante también debe identificar y programar la protección y cuando sea aplicable, los procesos de instalación que afecten directamente a la calidad y debe asegurar que estos procesos se llevan a cabo en condiciones controladas. Las condiciones controladas deben incluir:

- instrucciones de trabajo documentadas que definan el proceso, equipo, entorno y forma de producción cuando la falta de tales instrucciones afecta adversamente a la calidad, al método de producción adecuado, a los equipos de instalación, a la conformidad con las normas referenciadas, a las especificaciones o a los planes de calidad.

- supervisión, control de los procesos adecuados y características de producto durante su producción e instalación en el equipo;

- los criterios para su manipulado, establecidos con el detalle que sea necesario en las especificaciones escritas o mediante muestras representativas;

- el mantenimiento de registros para los procesos, equipos y personal cualificado, según sea apropiado.

La tabla R.2 proporciona el plan de muestreo por atributos y las pruebas necesarias para cumplir con los requisitos del inciso 2.10.3. El número de muestras de partes o conjuntos de producción debe basarse en las normas indicadas en los incisos P.46 y P.41 del apéndice P o normas nacionales equivalentes.

TABLA R.2.- Reglas de muestreo e inspección - distancias en el aire reducidas

PRUEBAS	AISLAMIENTO BÁSICO	AISLAMIENTO SUPLEMENTARIO	AISLAMIENTO REFORZADO
DISTANCIA EN EL AIRE [a]	Muestreo S2 AQL 4	Muestreo S2 AQL 4	Muestreo S2 AQL 4
Prueba de rigidez dieléctrica [b]	Sin prueba	Sin prueba	PRUEBA DE RUTINA: una falla requiere evaluación de la causa

[a] Para minimizar el tiempo de prueba e inspección, se permite sustituir la medición de las DISTANCIAS EN EL AIRE por la medición de la tensión de ruptura. Inicialmente, se establece la tensión de ruptura para 10 muestras para las que se han confirmado las medidas de las DISTANCIAS EN EL AIRE. La tensión de ruptura de las partes o conjuntos siguientes se verifica entonces contra un límite inferior igual a la tensión de ruptura mínima para las 10 muestras iniciales menos 100 V. Si la ruptura sucede a este límite inferior, una parte o conjunto se considera una falla a menos que la medición directa de la DISTANCIA EN EL AIRE sea conforme con el requisito.

[b] La prueba de rigidez dieléctrica para AISLAMIENTO REFORZADO debe consistir en uno de los siguientes:

- seis impulsos de polaridad alterna, utilizando un impulso de 1.2/50 µs con una amplitud igual a la cresta de la tensión de prueba de acuerdo con el inciso 5.2.2;

- un tren de impulsos de tres ciclos a la frecuencia de alimentación en corriente alterna con una amplitud igual a la tensión de prueba de acuerdo con el inciso 5.2.2;

- seis impulsos de polaridad alterna, utilizando impulsos de 10 ms en corriente continua con una amplitud igual a la cresta de la tensión de prueba de acuerdo con el inciso 5.2.2.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE S
(Informativo)

PROCEDIMIENTO PARA LAS PRUEBAS DE IMPULSO
(véase el inciso 6.2.2.3)

S.1 Equipo de prueba

Un generador de impulsos conforme al apéndice N.

Un osciloscopio con memoria, con un ancho de banda de unos pocos MHz.

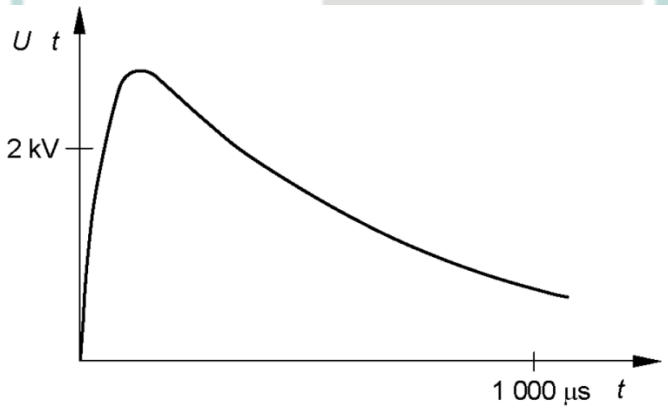
Una sonda de alta tensión dotada de elementos compensadores.

S.2 Procedimiento de prueba

Aplicar el número requerido de impulsos al equipo sometido a prueba y registrar los patrones de las formas de onda.

En el inciso S.3 se muestran ejemplos de ayuda para determinar si ha funcionado un supresor de sobretensión o si el aislamiento se ha roto.

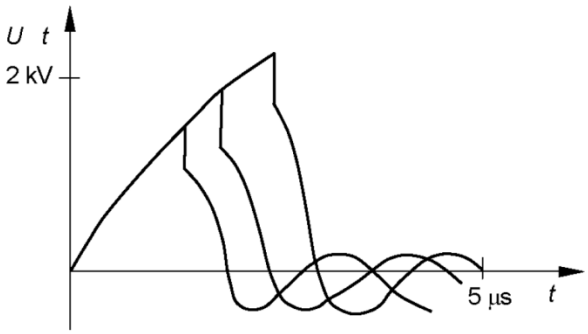
S.3 Ejemplos de formas de onda durante las pruebas de impulso



Impulsos consecutivos tienen formas de onda idénticas.

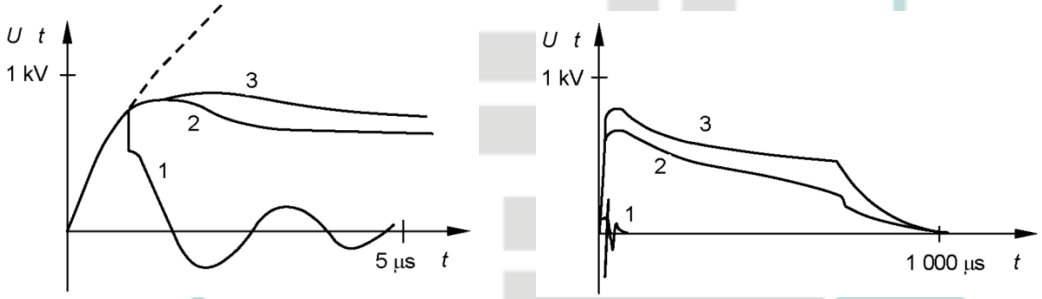
FIGURA S.1.- Forma de onda para un aislamiento sin supresores de picos y sin ruptura

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



Impulsos consecutivos no tienen formas de onda idénticas. La forma del impulso cambia de un impulso a otro hasta que se establece un camino de resistencia estable a través del aislamiento. La ruptura puede verse claramente en la forma del oscilograma de tensión de impulso.

FIGURA S.2.- Formas de onda para un aislamiento durante la ruptura sin supresores de picos



1- Tipo descarga de gas

2- Tipo semiconductor

3- Tipo óxido metálico

Impulsos consecutivos tienen formas de onda idénticas.

FIGURA S.3.- Formas de onda para un aislamiento con supresores de picos en funcionamiento

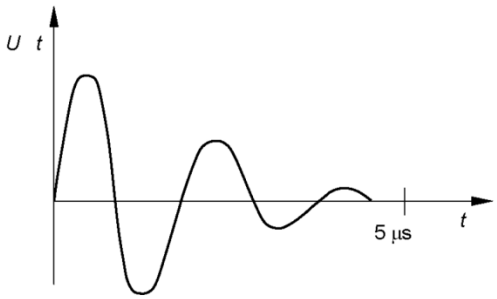


FIGURA S.4.- Forma de onda para un supresor de tensión y un aislamiento cortocircuitados

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE T
(Normativo)

GUÍA PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA PENETRACIÓN DE AGUA
(véase el inciso 1.1.2)

Los equipos en el alcance de esta Norma Mexicana que estén destinados a utilizarse en lugares donde la penetración de agua en ellos sea posible deben cumplir con la NMX-J-529-ANCE.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE U
(Normativo)

HILOS DE DEVANADOS AISLADOS PARA SU USO SIN AISLAMIENTO INTERCALADO
(véase el inciso 2.10.5.4)

Este apéndice especifica los hilos de devanados cuyo aislamiento puede utilizarse para proporcionar **aislamiento básico**, **aislamiento suplementario**, **aislamiento doble** o **aislamiento reforzado** en componentes bobinados sin aislamiento intercalado.

Este apéndice se aplica a los hilos sólidos de devanado redondo cuyos diámetros se encuentren entre 0.05 mm, 5.00 mm y los hilos para bobinas flexibles con áreas transversales equivalentes.

U.1 Construcción del cable

Si el cable está aislado por dos o más capas de cinta enrolladas en espiral, la superposición de las capas debe ser adecuada para asegurar el solapamiento continuado durante la fabricación del componente bobinado. Las capas de aislamiento de hilos enrollados en espiral deben estar suficientemente firmes para mantener la superposición.

U.2 Pruebas de tipo

El cable debe superar las pruebas especificados en los incisos U.2.1 a U.2.4, realizados a una temperatura entre 15 ºC y 35 ºC, a una humedad relativa entre 45 % y 75 %, a menos que se especifique otra cosa.

U.2.1 Rigidez dieléctrica

La muestra de prueba se prepara como a continuación se establece:

Una pieza de cable recto, de aproximadamente 400 mm de longitud, con aislamiento removido por ambos extremos, se debe torcer a sí mismo a una distancia de (125 ± 5) mm en el dispositivo de torsión mostrado en la figura U.2.1.1. Los extremos del cable deben unirse y la carga aplicada con el número de vueltas se enlistan en la tabla U.2.1.2. El lazo al final de la sección torcida debe cortarse en 2 lugares para proporcionar el mayor espacio entre los extremos cortados. Cualquier flexión para asegurar la adecuada separación entre los dos extremos de cable debe evitar bordes afilados o daños al revestimiento.

La tensión de prueba entre los conductores del cable debe aplicarse de acuerdo a lo siguiente:

La tensión de prueba debe ser una tensión de c.a. de frecuencia nominal de 60 Hz. La tensión de prueba debe aplicarse de cero e incrementarse a un intervalo uniforme de acuerdo con la tabla U.2.1.1

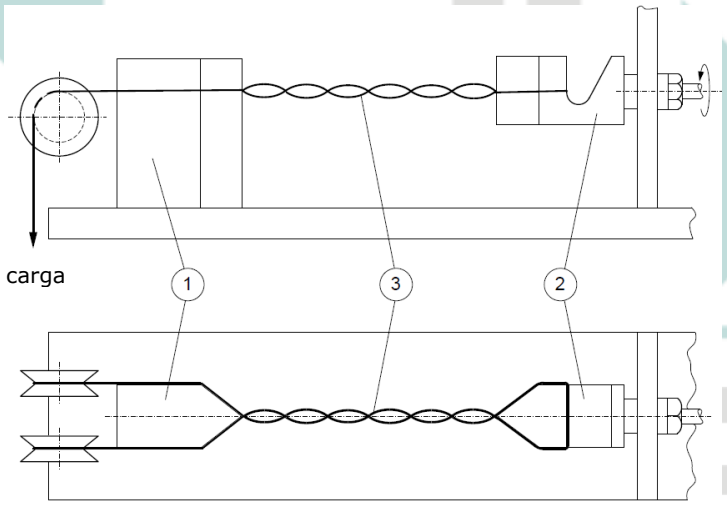
©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA U.2.1.1.- Intervalos del incremento de la tensión de prueba

Tensión de ruptura V		Incremento de intervalo V/s
Superior	Hasta e incluyendo	
-	500	20
500	2500	100
2500	-	500

TABLA U.2.1.2.- Cargas aplicadas al cable y numero de torsiones

Diámetro nominal del conductor mm		Carga	Número de torsiones
Superior	Hasta e incluyendo	N	
0.100	0.250	0.85	33
0.250	0.355	1.70	23
0.355	0.500	3.40	16
0.500	0.710	7.00	12
0.710	1.060	13.50	8
1.060	1.400	27.00	6
1.400	2.000	54.00	4
2.000	2.500	108.00	3



1 Separador
2 Gancho giratorio
3 Muestra

Entonces se somete a la muestra a la prueba descrito en el inciso 5.2.2 de esta Norma Mexicana. La tensión de prueba no debe ser inferior al doble del valor especificado en el inciso 5.2.2 de esta Norma mexicana, con un mínimo de:

- 3 000 V eficaces (r.c.m.) en corriente alterna para **aislamiento básico** o **aislamiento suplementario**; o

- 6 000 V eficaces(r.c.m.) en corriente alterna para **aislamiento reforzado**.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

U.2.2 Flexibilidad y adherencia

Realizar la prueba 8 de la norma indicada en el inciso P.35 del apéndice P, inciso 5.1.1 utilizando los diámetros de mandril de la tabla U.1. Entonces se examina la muestra de prueba según lo establecido en la norma indicada en el inciso P.35 del apéndice P, inciso 5.1.1.4 y seguidamente se somete la muestra a la prueba descrita en el inciso 5.2.2 excepto que la tensión de prueba se aplica entre el cable y el mandril. La tensión de prueba no debe ser inferior al valor apropiado de acuerdo con el inciso 5.2.2 de esta Norma Mexicana, con un mínimo de:

- 1 500 V eficaces (r.c.m.) en corriente alterna para **aislamiento básico** o **aislamiento suplementario**; o
- 3 000 V eficaces (r.c.m.) en corriente alterna para **aislamiento reforzado**.

TABLA U.1.- Diámetro de mandril

Diámetro nominal del conductor mm	**Diámetro de mandril mm – 0.2 mm**
0.05 – 0.34	4.0
0.35 – 0.49	6.0
0.50 – 0.74	8.0
0.75 – 2.49	10.0
2.50 – 5.00	cuatro veces el diámetro del conductor [a]

La tensión a aplicar al cable durante su enrollado al mandril se calcula del diámetro de cable, para que sea equivalente a 118 MPa ± 10 % (118 N/mm^2 ± 10 %).

U.2.3 Choque térmico

Realizar la prueba 9 de la norma indicada en el inciso P.34 del apéndice P, seguido por la prueba de rigidez dieléctrica descrita en el inciso 5.2.2 de esta Norma Mexicana, pero con la tensión de prueba aplicada entre el cable y el mandril. La tensión no debe ser inferior al valor apropiado de acuerdo con el inciso 5.2.2 de esta Norma Mexicana, con un mínimo de:

- 1 500 V eficaces (r.c.m.) en corriente alterna para **aislamiento básico** o **aislamiento suplementario**; o
- 3 000 V eficaces (r.c.m.) en corriente alterna para **aislamiento reforzado**.

La temperatura del horno es la correspondiente a la clase térmica de aislamiento según establece la tabla U.2.

El diámetro del mandril y la tensión aplicada al cable durante su enrollado al mandril son los mismos del inciso U.2.2.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

La prueba de rigidez dieléctrica se realiza a temperatura ambiente una vez sacado del horno.

TABLA U.2.- Temperatura del horno

Clase térmica	Temperatura del horno ºC ± 5ºC
105 (A)	200
120 (E)	215
130 (B)	225
155 (F)	250
180 (H)	275
200	295
220	315
250	345
Las designaciones A a H, inicialmente asignadas en la Norma Mexicana NMX-J-640-ANCE a las clases térmicas 105 a 180, se dan entre paréntesis.	

U.2.4 Retención de la rigidez dieléctrica después del doblado

Se preparan cinco muestras como indica el inciso U.2.2 anterior y se les somete a la siguiente prueba. Se retira cada muestra del mandril, se coloca en un recipiente de forma que pueda rodearse por al menos 5 mm de granulado metálico. Los extremos del conductor en la muestra deben ser lo suficientemente largos para evitar el contorneamiento. El granulado no debe ser mayor de 2 mm de diámetro y debe consistir en bolas de acero inoxidable, níquel o hierro con placa de níquel. El granulado se esparce cuidadosamente en el recipiente hasta que la muestra de prueba esté cubierta por al menos 5 mm del mismo. El granulado debe limpiarse periódicamente con ayuda de un disolvente adecuado (por ejemplo 1,1,1-tricloroetano).

La tensión de prueba no debe ser inferior a la tensión de prueba apropiada de acuerdo con el inciso 5.2.2 de esta Norma Mexicana, con un mínimo de:

- 1 500 V eficaces (r.c.m.) en corriente alterna para **aislamiento básico** o **aislamiento suplementario**; o

- 3 000 V eficaces (r.c.m.) en corriente alterna para **aislamiento reforzado**.

La tensión de prueba se aplica entre la toma y el conductor.

El diámetro del mandril y la tensión aplicada al cable durante su enrollado al mandril son los mismos del inciso U.2.2.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

U.3 Pruebas durante la fabricación

El cable debe someterse por su fabricante a pruebas de rigidez dieléctrica durante su fabricación, conforme con lo especificado en los incisos U.3.1. y U.3.2.

U.3.1 Pruebas de rutina

La tensión de prueba para la **prueba de rutina** debe ser la apropiada de acuerdo con el inciso 5.2.2 de esta Norma Mexicana, con un mínimo de:

- 1 500 V eficaces (r.c.m.) en corriente alterna para **aislamiento básico** o **aislamiento suplementario**; o
- 3 000 V eficaces (r.c.m.) en corriente alterna para **aislamiento reforzado**.

U.3.2 Pruebas por muestreo

Las muestras de pares trenzados deben someterse a prueba según lo establecido en U.2.1. La tensión mínima de ruptura debe ser el doble de la tensión apropiada de acuerdo con el inciso 5.2.2 de esta Norma Mexicana, con un mínimo de:

- 3 000 V eficaces (r.c.m.) en corriente alterna para **aislamiento básico** o **aislamiento suplementario**; o
- 6 000 V eficaces (r.c.m.) en corriente alterna para **aislamiento reforzado**.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE V
(informativo)

SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA EN CORRIENTE ALTERNA
(véase el inciso 1.6.1)

NOTA: Para el caso de México, se puede consultar el artículo 250-Puesta a tierra y unión, capítulo 2, título 5-Especificaciones de la NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas (utilización).

V.1 Introducción

Los sistemas de distribución de potencia en corriente alterna se clasifican en TN, TT e IT, dependiendo de la disposición de conductores transportadores de corriente y del método de puesta a tierra. En este apéndice se explican las clases y códigos. Las figuras presentan algunos ejemplos de cada clase; también existen otras configuraciones.

En las figuras:

- en la mayoría de los casos, el sistema de distribución de potencia es de aplicación a equipos monofásicos y trifásicos, aunque por simplicidad sólo se muestra el caso monofásico;
- las fuentes de potencia pueden ser los secundarios de transformadores, motogeneradores o sistemas de distribución de potencia ininterrumpida;
- para los transformadores en el interior de edificios, algunas figuras son de aplicación, siendo los límites del edificio una planta del mismo;
- algunos de los sistemas de distribución de potencia tienen puntos de puesta a tierra adicionales, por ejemplo, en los puntos de entrada de potencia al edificio.

Los siguientes tipos de conexiones de equipos se tienen en cuenta; el número de cables que se menciona no incluye los conductores que se utilizan exclusivamente para la puesta a tierra.

Monofase, 2 hilos
Monofase, 3 hilos
Bifase, 3 hilos
Trifase, 3 hilos
Trifase, 4 hilos

El sistema de codificación utilizado tiene el siguiente significado:

- La primera letra indica la relación entre el sistema de distribución de potencia y la tierra;

  T significa conexión directa de un polo con la tierra,

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

I significa sistema aislado de tierra, un punto conectado a tierra a través de una impedancia.

– La segunda letra indica la puesta a tierra del equipo:

T significa conexión eléctrica directa del equipo a tierra, independientemente de la puesta a tierra de cualquier punto del sistema de distribución de potencia,

N significa conexión eléctrica directa del equipo a la puesta a tierra del sistema de distribución de potencia (en los sistemas de corriente alterna, el punto del sistema de distribución de potencia que se une a tierra normalmente es el neutro, o si no está disponible, un conductor de fase).

- Otras letras posteriores, si existen, muestran la disposición del conductor neutro y el de protección:

S la función de protección la proporciona un conductor separado del neutro o del conductor de línea puesta a tierra (o en los sistemas de corriente alterna, la fase puesta a tierra),

C las funciones de neutro y protección las realiza un mismo conductor (conductor PEN).

V.2 Sistemas TN de distribución de potencia

Los sistemas TN de distribución de potencia están directamente puestos a tierra, las partes del equipo que requieran estar puestas a tierra están conectadas a **conductores de puesta a tierra de protección**. Se definen tres tipos de sistemas TN de distribución de potencia:

- sistemas TN-S de distribución de potencia,

  – en los que se utiliza un conductor de protección separado para todo el sistema;

- sistemas TN-C-S de distribución de potencia,

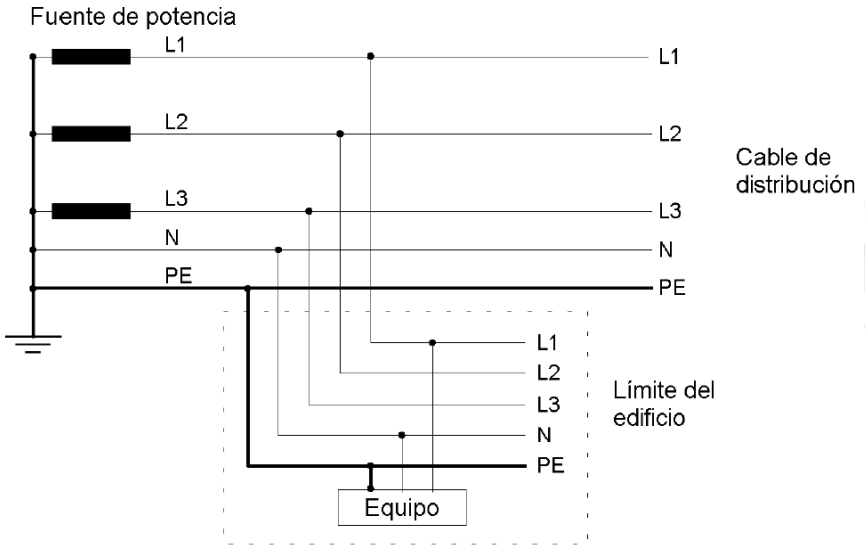
  – en los que las funciones de protección y de neutro las realiza un único conductor en parte del sistema;

- sistemas TN-C de distribución de potencia,

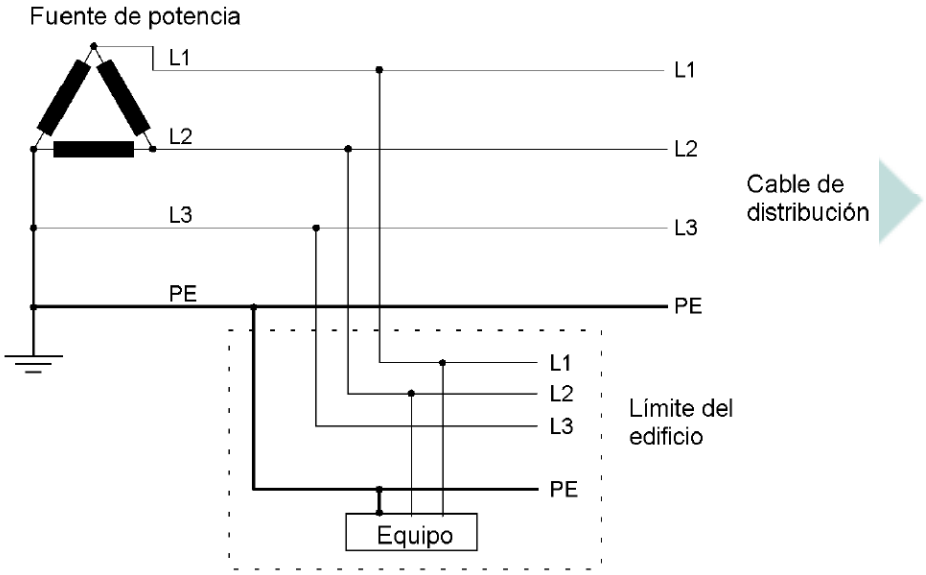
  – en los que las funciones de protección y de neutro las realiza un único conductor en todo el sistema.

Algunos sistemas TN de distribución de potencia se alimentan desde un devanado secundario de un transformador que tenga un punto central (neutro) puesto a tierra. Aquellos sistemas en los que estén disponibles los dos conductores de fase y el conductor neutro se conocen comúnmente como "sistemas de distribución de potencia monofásicos de tres hilos".

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



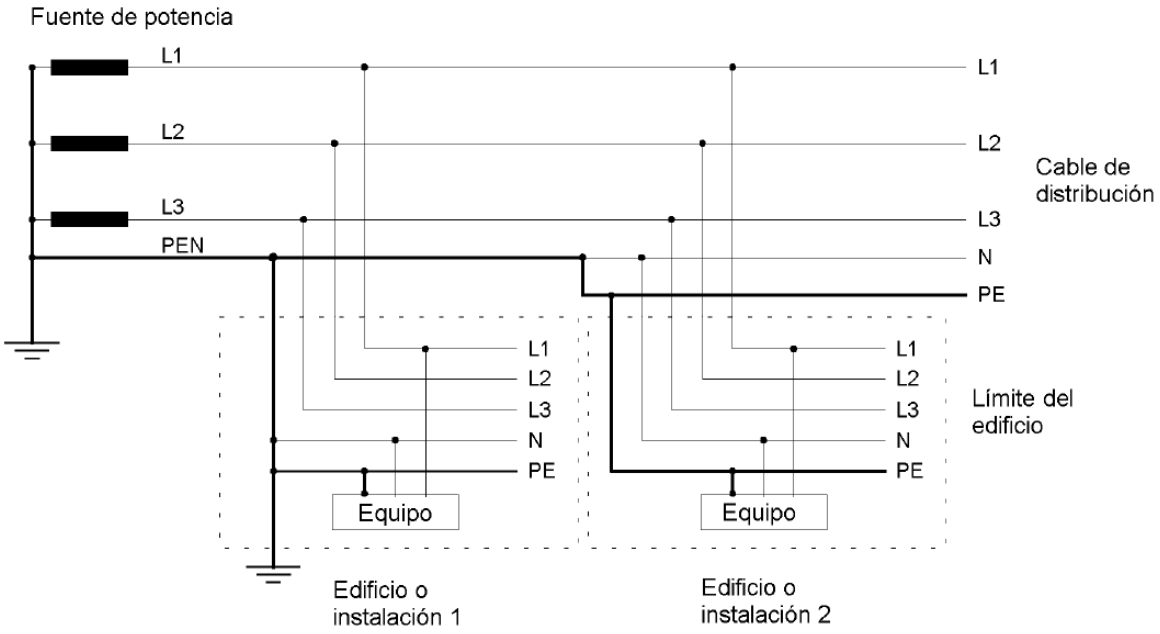
Conductores neutro y de protección separados



Conductor de línea puesto a tierra

FIGURA V.1.- Ejemplos de sistemas TN-S de distribución de potencia

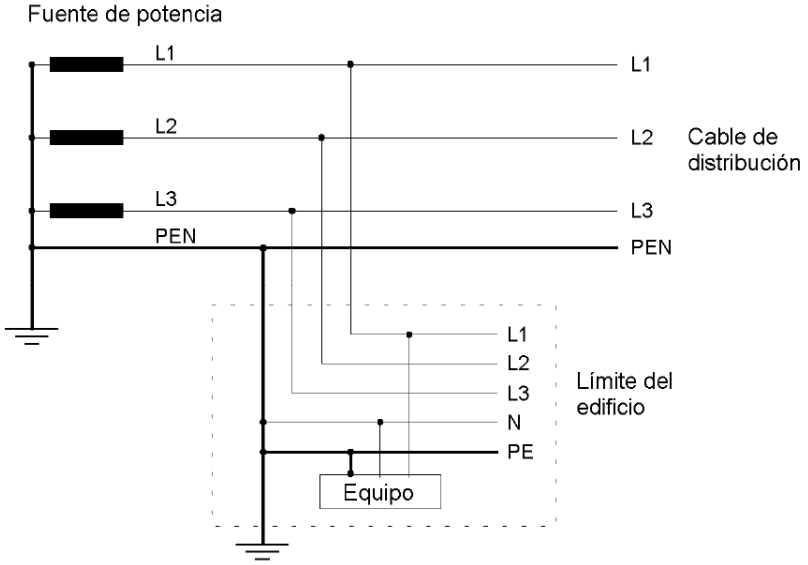
©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



Funciones de neutro y de protección combinadas en un solo conductor en parte del sistema (PEN)

NOTA: El punto en el que el conductor PEN se separa en conductores neutro y de protección puede encontrarse en la entrada al edificio o en los paneles de distribución dentro del edificio.

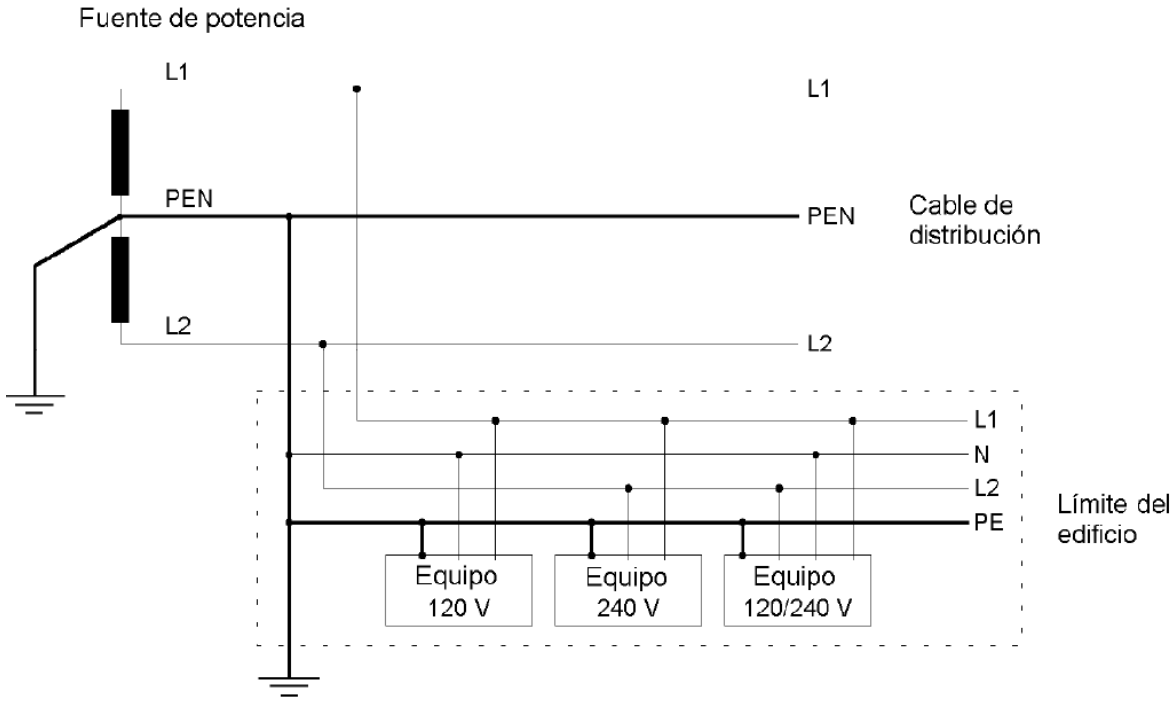
FIGURA V.2.- Ejemplo de sistema TN-C-S de distribución de potencia



Funciones de neutro y protección combinadas en un solo conductor (PEN)

FIGURA V.3.- Ejemplo de sistema TN-C de distribución de potencia

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



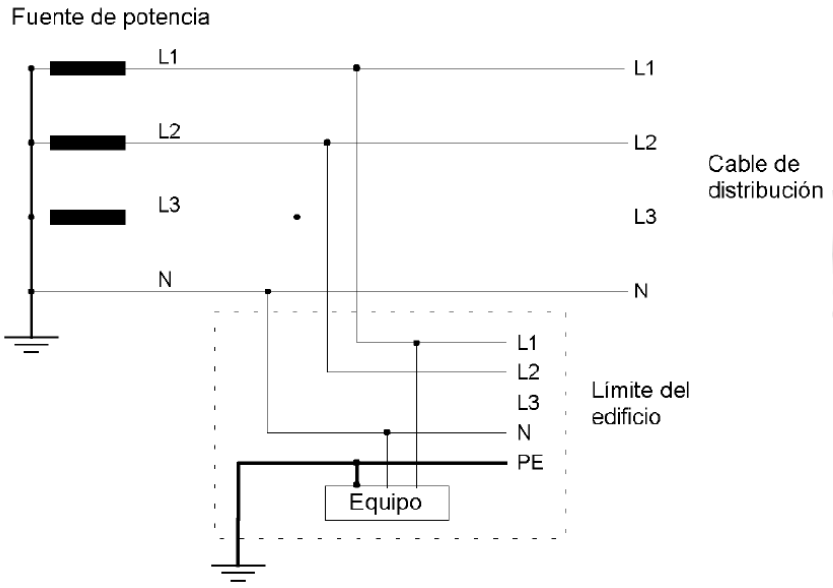
Funciones de neutro y protección combinadas en un solo conductor (PEN).
Este sistema es muy usado en Norteamérica a 120/240 V.

FIGURA V.4.- Ejemplo de sistema TN-C monofásico, tres hilos, de distribución de potencia

V.3 Sistemas TT de distribución de potencia

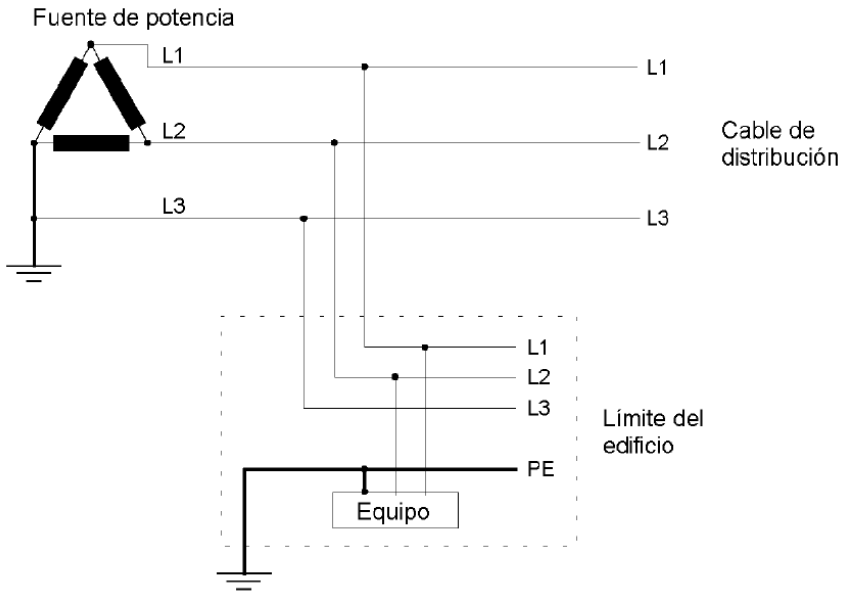
Los sistemas TT de distribución de potencia tienen un punto puesto directamente a tierra, las partes del equipo que requieren ponerse a tierra están conectadas en las instalaciones de usuario a los electrodos de tierra que son eléctricamente independientes de los electrodos de tierra de los sistemas de distribución de potencia.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



Neutro puesto a tierra y puesta a tierra del equipo independiente

FIGURA V.5.- Ejemplo de sistema TT de distribución de potencia de tres líneas y neutro



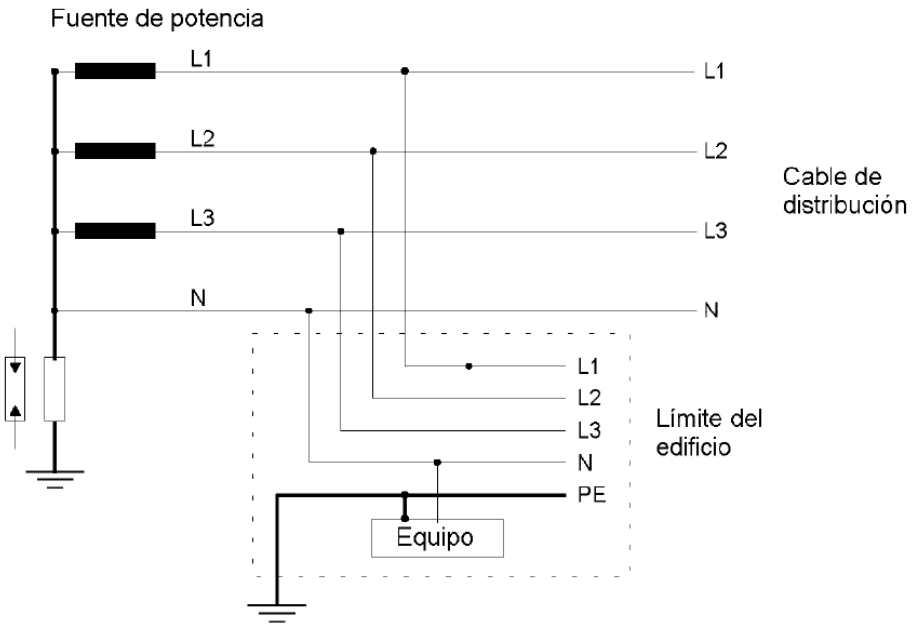
Neutro puesto a tierra y puesta a tierra del equipo independiente

FIGURA V.6.- Ejemplo de sistema TT de distribución de potencia de tres líneas

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

V.4 Sistemas IT de distribución de potencia

Los sistemas IT de distribución de potencia están aislados de tierra, excepto un punto que puede estar conectado a tierra a través de una impedancia o un limitador de tensión. Las partes del equipo que requieren ponerse a tierra se conectan a electrodos de tierra en las instalaciones de usuario.

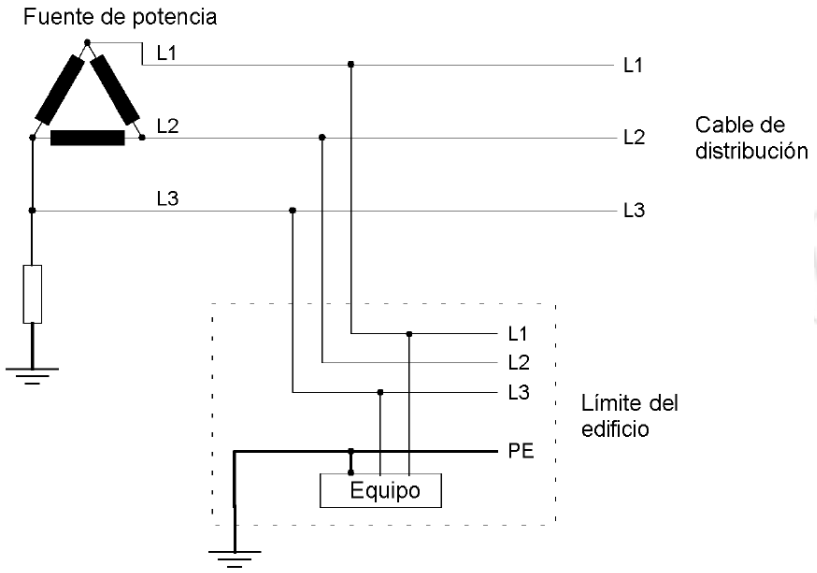


El neutro puede estar conectado a tierra a través de una impedancia o de un limitador de tensión, o aislado de tierra.

Este sistema se utiliza ampliamente aislado de tierra, en algunas instalaciones en Francia, con impedancia a tierra, a 230/400 V, y en Noruega, con supresor de sobretensión, neutro no distribuido, a 230 V línea a línea.

FIGURA V.7.- Ejemplo de sistema IT de distribución de potencia de tres hilos (y neutro)

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.



El sistema puede estar aislado de tierra

FIGURA V.8.- Ejemplo de sistema IT de distribución de potencia de tres hilos

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE W
(Informativo)

SUMA DE LAS CORRIENTES DE CONTACTO

Este apéndice explica el trasfondo de los requisitos y pruebas del inciso 5.1.8.2.

W.1 Corrientes de contacto provenientes de circuitos electrónicos

Existen dos mecanismos muy diferentes que determinan la corriente a través de un cuerpo humano que toca un circuito electrónico (o un bus de potencia), dependiendo de si el circuito está o no puesto a tierra. Esta distinción entre circuitos puestos y no puestos a tierra (circuitos flotantes) no es la misma que la existente entre **equipos de clase I** y **equipos de clase II**. Los circuitos flotantes pueden existir en **clase I** y los circuitos puestos a tierra en **equipos de clase II**. Los circuitos flotantes son comúnmente, aunque no exclusivamente, utilizados en equipos de telecomunicaciones y los circuitos puestos a tierra en equipos de proceso de datos, aunque tampoco exclusivamente.

A fin de considerar el peor de los casos posibles, en este apéndice se supone que las **redes de telecomunicación** son flotantes y que las **redes de alimentación en corriente alterna** y los cuerpos humanos (**personal de mantenimiento** o **usuarios**) están puestos a tierra. Debe notarse que el **personal de mantenimiento** puede tocar partes no accesibles para el **usuario**. Se entiende por circuito puesto a tierra tanto el que está conectado directamente con la tierra como aquel que esté referenciado a tierra de forma que su potencial respecto a ésta es fijo.

W.1.1 Circuitos flotantes

Si un circuito no está puesto a tierra, la corriente (Ic) que atraviesa el cuerpo humano es una fuga a través de la capacitancia de fuga o adicional (C) a través del aislamiento del transformador de alimentación (véase la figura W.1).

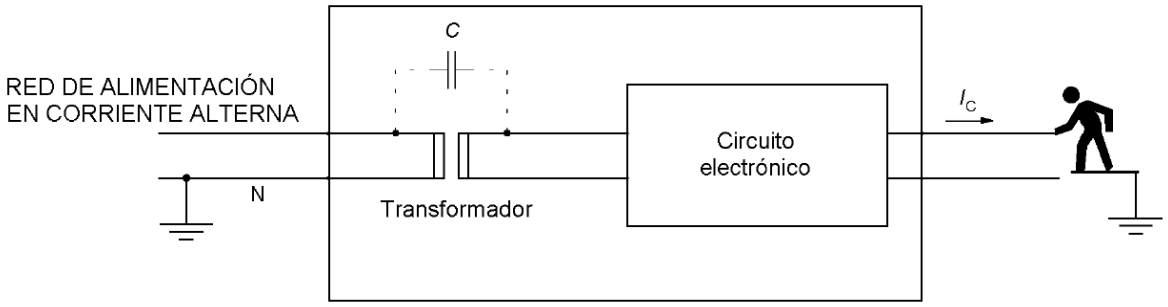


FIGURA W.1.- Corriente de contacto proveniente de un circuito flotante

Esta corriente proviene de una tensión relativamente alta, de una fuente de alta impedancia, y su valor se encuentra muy poco afectado por la tensión de trabajo del circuito electrónico. En esta Norma Mexicana, la corriente del cuerpo (I_c) está limitada por la aplicación de una

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

prueba utilizando el instrumento de medida del apéndice D, que simula aproximadamente un cuerpo humano.

W.1.2 Circuitos puestos a tierra

Si el circuito electrónico está puesto a tierra, la corriente a través del cuerpo humano (I_v) es debida a la tensión de trabajo (V) del circuito, la cual es una fuente de baja impedancia comparada con el cuerpo (véase la figura W.2). Cualquier corriente de fuga que venga del transformador de alimentación (véase el inciso W.1.1) es conducida a tierra y no pasa a través del cuerpo.

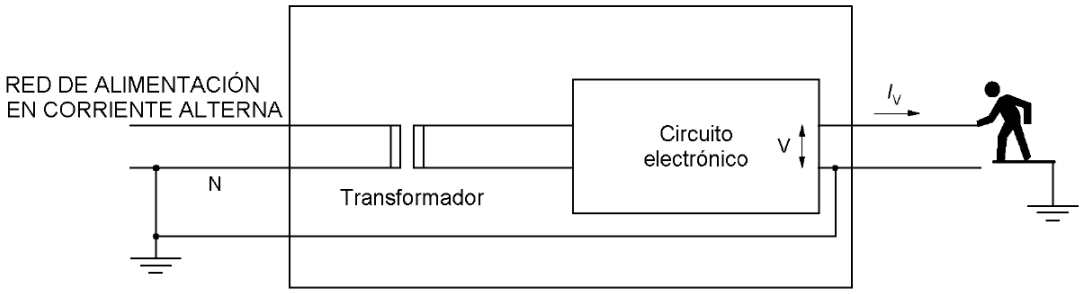


FIGURA W.2.- Corriente de contacto proveniente de un circuito puesto a tierra

En esta Norma Mexicana, la corriente del cuerpo (I_v) está limitada por la especificación de valores máximos de tensión para el circuito accesible, que debe ser un **circuito MBTS** o (con accesibilidad restringida) un **circuito TNV**.

W.2 Interconexión de varios equipos

Es característico de los equipos de tecnologías de la información, especialmente en las aplicaciones de telecomunicaciones, que varios equipos puedan conectar a uno central en topología de estrella. Un ejemplo de lo anterior lo presentan las extensiones telefónicas o las terminales de datos conectados a una PABX, la cual puede tener decenas o cientos de puertos. Este ejemplo se usa en la siguiente descripción (véase la figura W.3).

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

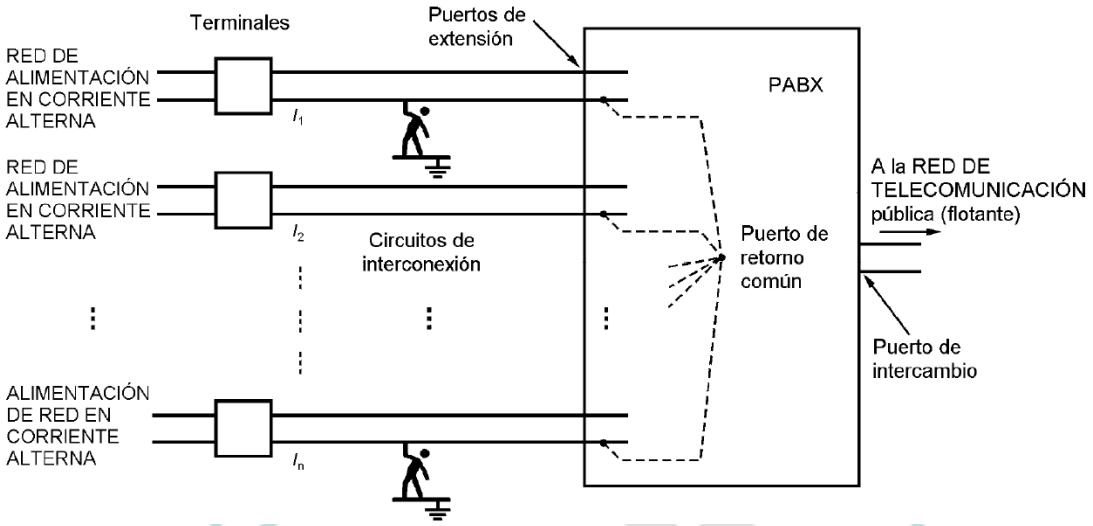


FIGURA W.3.- Suma de las corrientes de contacto de un PABX

Cada equipo terminal puede repartir corriente a un cuerpo humano en contacto con el circuito de interconexión (I_1, I_2, etc.), adicionalmente a la corriente proveniente de la circuitería del puerto de la PABX. Si varios circuitos están conectados a un punto común, sus **corrientes de contacto** individuales se añaden, lo que representa un posible riesgo para un cuerpo humano puesto a tierra que toque el circuito de interconexión.

En los siguientes incisos se muestran varias formas de evitar este riesgo.

W.2.1 Aislamiento

Aislar cada circuito de interconexión de todos los demás, de la tierra y limitar I_1, I_2, etc. tal y como se describe en el inciso W.1.1 anterior. Esto implica tanto el uso de suministros de potencia independientes para cada puerto de la PABX o la provisión de un transformador (de señal) de línea individual para cada puerto. Tales medidas pueden no ser eficaces en costo.

W.2.2 Retorno común, aislado de tierra

Conectar todos los circuitos de interconexión a un punto de retorno común que esté aislado de tierra. (Estas conexiones a un punto común pueden ser necesarias en cualquier caso por motivos funcionales). En este caso, la corriente total proveniente de todos los circuitos de interconexión pasa a través de un cuerpo humano puesto a tierra y que contacte con un cable de cualquier circuito de interconexión. Esta corriente puede limitarse únicamente controlando los valores I_1, I_2, ... I_n en relación con el número de puertos de la PABX. Sin embargo, el valor de la corriente total es probablemente menor que $I_1 + I_2 + \ldots + I_n$, debido a los armónicos y a otros efectos.

W.2.3 Retorno común, conectado a la tierra de protección

Conectar todos los circuitos de interconexión a un punto de retorno común y conectar este punto a la tierra de protección. La situación descrita en el inciso W.1.2 anterior se aplica sin importar el número de puertos. Dado que la seguridad depende de la presencia de la

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

conexión a tierra, puede resultar necesario utilizar anclajes de puesta a tierra de alta integridad, dependiendo del valor máximo de la corriente total que podría circular.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE X
(Informativo)

EFECTO DE CALENTAMIENTO MÁXIMO EN LAS PRUEBAS DE TRANSFORMADOR
(véase el inciso C.1)

El inciso C.1 requiere que los transformadores se carguen de manera que proporcionen el máximo efecto de calentamiento. En este apéndice se presentan ejemplos de varios métodos para producir esta condición. También son posibles otros métodos y la conformidad con el inciso C.1 no está limitada a estos ejemplos.

X.1 Determinación de la corriente máxima de entrada

El valor de la corriente de entrada con carga nominal está establecido. Este valor es I_r, véase el paso A de la tabla X.1. El valor puede determinarse mediante prueba o a partir de los datos del fabricante.

Se aplica una carga al devanado de salida o a la salida de la unidad de alimentación en modo conmutado, mientras se realiza la medición de la corriente de entrada. Se ajusta la carga, tan rápidamente como sea posible, para proporcionar el valor máximo de la corriente de entrada que puede mantenerse durante aproximadamente 10 s de funcionamiento. Este valor es I_m, véase el paso B de la tabla X.1. Entonces se repite la prueba de acuerdo con el paso C y si es necesario, con los pasos D a J de la tabla X.1. El valor de la corriente de entrada se anota tras cada paso y se mantiene hasta que:

a) la temperatura del transformador se estabilice sin el funcionamiento de ningún componente o dispositivo de protección (protección inherente), en cuyo caso no se realiza ninguna prueba más; o bien

b) algún componente o dispositivo de protección funciona, en cuyo caso se anota inmediatamente la temperatura del devanado. Entonces se realiza la prueba descrita en el inciso X.2, teniéndose en cuenta el tipo de protección.

Si algún componente o dispositivo de protección sigue funcionando 10 s después de la aplicación de la tensión primaria, I_m es el valor registrado inmediatamente antes de que el componente o dispositivo de protección comenzase a funcionar.

Se realizan las pruebas de los pasos C a J de la tabla X.1, la carga variable se ajusta tan rápido como sea posible al valor requerido y se reajusta, si es necesario, 1 min después de la aplicación de la tensión primaria. La secuencia de los pasos C a J puede invertirse.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA X.1.- Pasos de la prueba

Pasos	Corriente de entrada al transformador o a la unidad de alimentación en modo conmutado
A	Corriente de entrada a carga normal = I_r
B	Valor máximo de la corriente de entrada tras 10 s de funcionamiento = I_m
C	$I_r + 0.75\ (I_m - I_r)$
D	$I_r + 0.50\ (I_m - I_r)$
E	$I_r + 0.25\ (I_m - I_r)$
F	$I_r + 0.20\ (I_m - I_r)$
G	$I_r + 0.15\ (I_m - I_r)$
H	$I_r + 0.10\ (I_m - I_r)$
J	$I_r + 0.05\ (I_m - I_r)$

X.2 Procedimiento de prueba de sobrecarga

Si la prueba del inciso X.1 resulta en la condición X.1 b), se aplica lo siguiente dependiendo del tipo de protección.

- Protección electrónica: La corriente se reduce en intervalos del 5 % desde el valor de la condición X.1 b) o bien se aumenta en intervalos del 5 % desde el valor de carga nominal hasta alcanzar la sobrecarga máxima a la que se estabilice la temperatura sin la actuación de ninguna protección electrónica.

- Protección térmica: Se aplica una sobrecarga tal que la temperatura de funcionamiento se mantenga unos pocos grados por debajo de la temperatura asignada de activación de la protección térmica.

- Protección contra sobre corrientes: Se aplica una sobrecarga tal que la corriente fluya según la curva de corriente en función del tiempo del dispositivo de protección contra sobre corrientes.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE Y
(Normativo)

PRUEBA DE ACONDICIONAMIENTO A LA LUZ ULTRAVIOLETA
(véase el inciso 4.3.13.3)

Y.1 Aparatos de prueba

Las muestras se exponen a la luz ultravioleta usando uno de los siguientes aparatos:

- una lámpara de doble arco de carbono, (véase el inciso Y.3), con una exposición continua. El aparato de prueba debe funcionar con una temperatura de panel negro de 63 ºC ± 3 ºC con una humedad relativa de 50 % ± 5 %; o

- una lámpara de arco de xenón (véase el inciso Y.4), con una exposición continua. El aparato de prueba debe funcionar con una lámpara de arco de xenón de 6 500 W refrigerada por agua, una irradiancia espectral de 0.35 W/m2 a 340 nm, una temperatura de panel negro de 63 ºC ± 3 ºC con una humedad relativa de 50 % ± 5 %.

Y.2 Montaje de las muestras de prueba

Las muestras se montan verticalmente en el interior del cilindro del aparato de exposición de luz, con la parte más ancha de las muestras de cara a los arcos. Se montan de manera que no se toquen unas con otras.

Y.3 Aparato de exposición a la iluminación dotado de una lámpara de arco de carbono

Las fuentes de luz para laboratorio, cámaras de prueba, radiómetros, termómetros o aparatos equivalentes, se usan de acuerdo con los procedimientos dados en las normas indicadas en los incisos P.33 y P.24 del apéndice P usando un filtro de tipo 1, sin pulverizar con agua.

Materiales probados con agua pulverizada también se consideran aceptables.

Y.4 Aparato de exposición a la iluminación dotado de una lámpara de arco de xenón

Los aparatos descritos en la norma indicada en el inciso P.25 del apéndice P, o equivalentes, se usan de acuerdo con los procedimientos dados en la las normas indicadas en los incisos P.24 y P.25 del apéndice P usando el método A, sin pulverizar con agua.

Materiales probados con agua pulverizada también se consideran aceptables.

NOTA: La expresión "sin pulverizar con agua" indica que las muestras no se pulverizan con agua durante la prueba. Esto no debe confundirse con la refrigeración por agua que es necesaria para el funcionamiento del aparato.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE Z
(Informativo)

CATEGORÍAS DE SOBRETENSIÓN
(Véanse los incisos 2.10.3.2 y G.2)

El valor de cresta mayor de la sobretensión transitoria que se espera experimentar en la interfaz de entrada de potencia del equipo conectado a la **red de alimentación** se conoce como **tensión transitoria de la red de alimentación**. En esta Norma Mexicana, las **distancias en el aire** mínimas para el aislamiento de **circuitos primarios** se basa en la **tensión transitoria de la red de alimentación**.

De acuerdo con la NMX-J-597/1-ANCE, el valor de la **tensión transitoria de la red de alimentación** de una **red de alimentación en corriente alterna** depende de la tensión de la **red de alimentación en corriente alterna** y de la categoría de sobretensión, I a IV, véase también la tabla G.1.

Por tanto, la categoría de sobretensión tiene que identificarse para cada equipo previsto para su conexión a la **red de alimentación en corriente alterna**.

La categoría de sobretensión depende de la manera de conexión del equipo a la disposición de la alimentación de potencia del edificio. Se considera, normalmente, que es como se muestra en la tabla Z.1. Cuando se proporcionan las medidas limite transitorias, como filtros externos en la **red de alimentación en corriente alterna**, el equipo puede utilizarse en una categoría de sobretensión superior.

El término categoría de sobretensión no se utiliza en relación a **red de alimentación en corrinte continua**.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

TABLA Z.1.- Categorías de sobretensión

Categoría de sobretensión	Equipo y su punto de conexión a la RED DE ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE ALTERNA	Ejemplos de equipos
IV	Equipo que se conecta al punto en donde la red de alimentación en corriente alterna entra en el edificio	Medidores de electricidad Equipos de comunicaciones de tecnologías de la información para la medición remota de la energía
III	Equipo que es una parte integrante del cableado del edificio	Tomas de corriente, paneles fusibles y paneles interruptores Equipo de vigilancia de la corriente
II	Equipo alimentado por toma de corriente o equipo conectado permanentemente que se alimentará del cableado del edificio	Aparatos electrodomésticos, herramientas portátiles, electrónica doméstica La mayor parte de los equipo de tecnologías de la información utilizada en el edificio
I	Equipo que se conecta a una red de alimentación en corriente alterna especial en la que se han tomado medidas para reducir los transitorios	Equipos de tecnologías de la información alimentada a través de un filtro externo o un generador motor

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE AA
(Normativo)

PRUEBA DEL MANDRIL
(Véase el inciso 2.10.5.8)

Se utilizan tres muestras, cada una de ellas consistente en tres o más capas de material de láminas delgadas no separables que forman el **aislamiento reforzado**. Tal y como se muestra en la figura AA.2, se fija cada vez una muestra al mandril (figura AA.1).

Medidas en milímetros

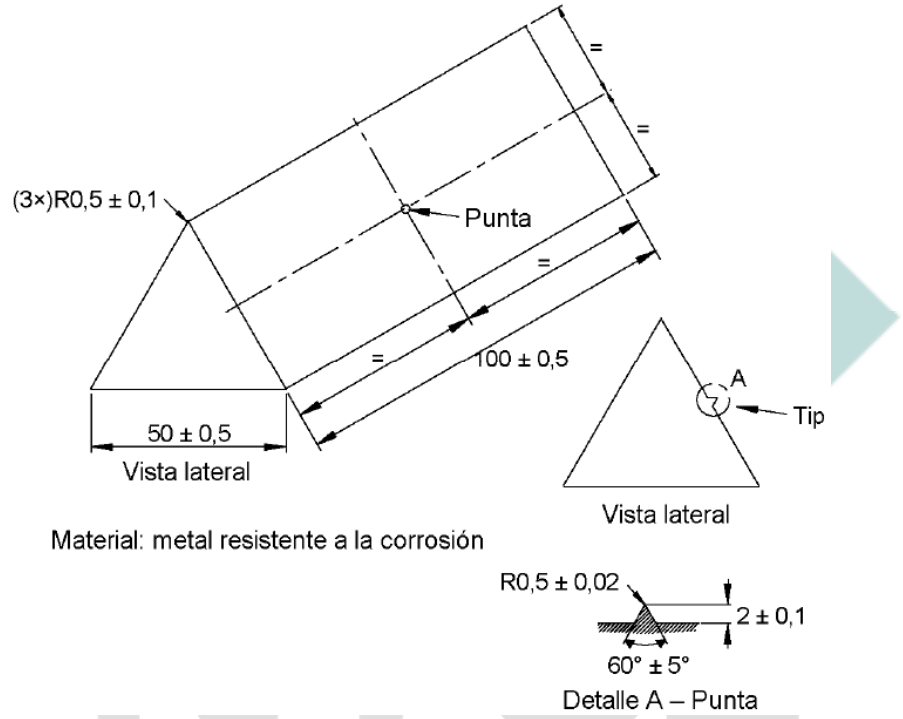
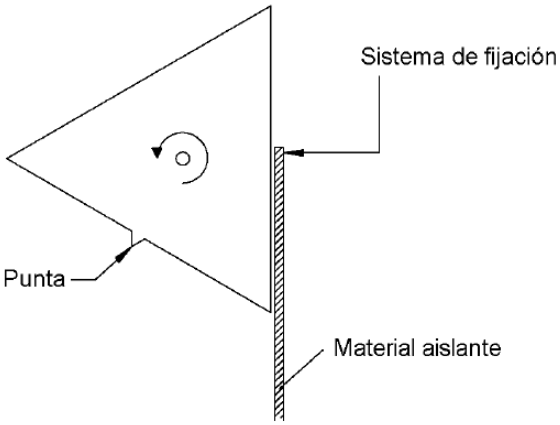
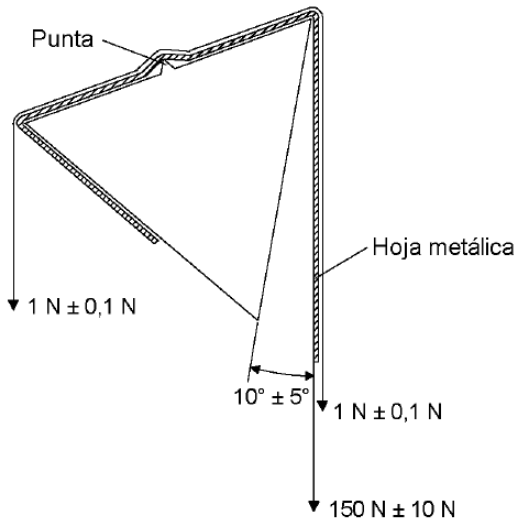


FIGURA AA.1.- Mandril

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.





La posición final del mandril se rota 230º ± 5º desde la posición inicial

FIGURA AA.2.- Posición inicial del mandril FIGURA AA.3.- Posición final del mandril

Se aplica una fuerza al extremo libre de la muestra de 150 N ± 10 N hacia abajo (véase la figura AA.3), utilizando un dispositivo de sujeción adecuado. El mandril se rota:

- desde su posición inicial (figura AA.2) a la posición final (figura AA.3) y viceversa;
- como anteriormente una segunda vez;
- desde la posición inicial a la posición final.

Si una muestra se rompe durante la rotación por donde está sujeta al mandril o al dispositivo de sujeción, esto no constituye una falla. Si una muestra se rompe en cualquier otro lugar, la prueba falla.

Después de la prueba anterior, se coloca una hoja metálica, de 0.035 mm ± 0.005 mm de espesor, de al menos 200 mm de longitud, a lo largo de la superficie de la muestra, sujetándola a cada lado del mandril (véase la figura AA.3). La superficie de la hoja en contacto con la muestra debe ser conductora, no estar oxidada o aislada de cualquier otra forma. La hoja se coloca de forma que sus bordes no estén a menos de 18 mm de los bordes de la muestra (véase la figura AA.4). Entonces la hoja se carga mediante dos pesos iguales, uno en cada extremo, utilizando los dispositivos de sujeción adecuados.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Medidas en milímetros

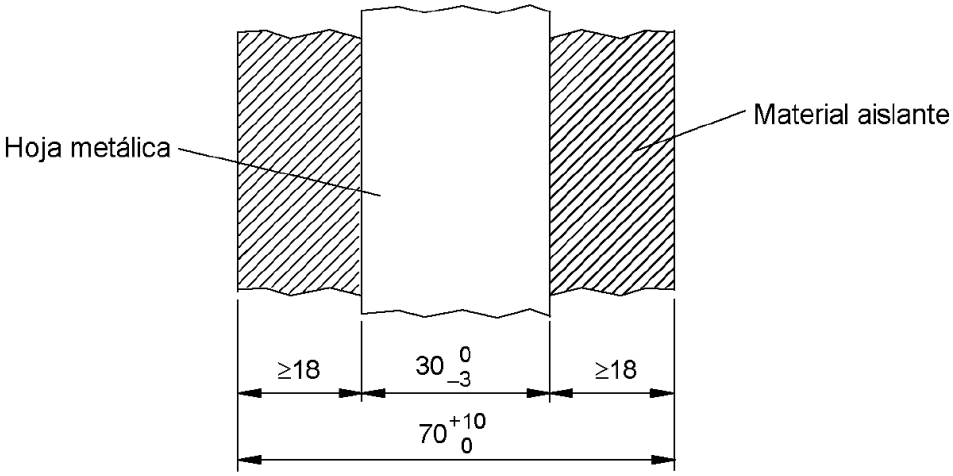


FIGURA AA.4.- Posición de la hoja metálica en el material aislante

Mientras el mandril está en su posición final, y en los 60 s siguientes a la posición final, se aplica una prueba de rigidez dieléctrica entre el mandril y la hoja metálica de acuerdo con el inciso 5.2.2. La tensión de prueba es un 150 % de la V_{prueba}, pero no inferior a 5 kV. V_{prueba} es la tensión de prueba especificada en el inciso 5.2.2 para el **aislamiento suplementario** o **aislamiento reforzado**, según lo que sea apropiado.

Se repite el procedimiento de prueba completo en las otras dos muestras.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE BB
(Informativo)

CAMBIOS EN LA SEGUNDA EDICIÓN

BB.1 Tabla de cambios de numeración

Los siguientes números del inciso, apéndice, figura y tabla han cambiado desde la primera edición de la Norma Mexicana NMX-I-250-NYCE.

Modificaciones de esta edición

Los cambios principales en esta edición comparada con la primera edición de la Norma Mexicana NMX-I-250-NYCE son los siguientes. Los cambios menores no están incluidos.

Amplificadores de audio, requisitos añadidos para la consistencia con la Norma Mexicana NMX-I-062-NYCE.

Prueba de presión de la bola, procedimiento de prueba corregido, diferente en ambientes elevados (4.5.5).

Pilas o baterías, requisitos aumentados (4.3.8).

Bibliografía movida de sección.

Sistemas de distribución por cable, pruebas de tensión clarificados (7.4.2, 7.4.3).

Tubos de rayos catódicos, requisitos alineados con la Norma Mexicana NMX-I-062-NYCE.

Conectores, **distancias en el aire** y **líneas de fuga** mínimas reducidas (2.10.3.1, 2.10.4.3, G.6).

Puertos de datos para equipos adicionales, requisitos añadidos para limitar la potencia de salida (3.5.4).

Definiciones añadidas:

- GASA (1.2.13.15);
- EQUIPO ALIMENTADO POR TOMA DE CORRIENTE (1.2.5.3);
- AISLAMIENTO SÓLIDO (1.2.10.4);
- CARACTERÍSTICAS NOMINALES DE LA CORRIENTE DE PROTECCIÓN (1.2.13.17);
- RED DE ALIMENTACIÓN (1.2.8.3);
- TIEMPO DE REPOSO ASIGNADO (1.2.2.3);
- PAÑUELO DE PAPEL (TISSUE) (1.2.13.16);

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- TENSIÓN DE TRABAJO EFICAZ (1.2.9.7).

REDES DE ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE CONTINUA, requisitos más detallados respecto a:

- DISTANCIAS EN EL AIRE [2.10.3.2 b) y c), 2.10.3.7, 2.10.3.9, G.2.2, G.2.3, G.4.1 c), G.5 a)];
- PELIGRO DE CHOQUE ELÉCTRICO (2.1.1.7, 2.1.1.8).

Distancia a través del aislamiento, requisitos clarificados (2.10.5) en particular:

- optoacopladores (2.10.5.4, figura F.17);
- material en láminas delgadas no separables (2.10.5.8).

Modo de funcionamiento con intermitencias de las redes de alimentación (2.2.3).

Aislamiento con impulsos de inicio, requisitos añadidos (2.10.1.7, 2.10.2.1, 2.10.3.5).

Aislamiento en láminas delgadas no separables (2.10.5.8, 2.10.5.9, apéndice AA).

Aislamiento en componentes bobinados, requisitos clarificados (2.10.5.11, 2.10.5.14, apéndice U) incluyendo:

- cable de bobinado (2.10.5.12);
- esmalte basado en disolvente en cable de bobinado (2.10.5.1, 2.10.5.13).

Idioma para el marcado, requisitos para retirar el idioma local (1.7.2.1 NOTA)

Fuentes de potencia limitada, pruebas clarificadas (2.5).

Resistencia mecánica, pruebas clarificadas (4.2.5, 4.2.6).

Prueba del motor, procedimiento alternativo añadido (B.6.3).

Funcionamiento no continuo, requisitos clarificados (1.2.2, 1.7.3, 4.5.2, 5.3.8).

Dispositivos de protección contra sobre corrientes a especificar si se requieren externamente (1.7.2.3).

Categorías de sobretensión III y IV, requisitos añadidos o clarificados (2.10.3.1, 5.2.2, G.1.1, apéndice Z).

Grados de contaminación 2 y 3, DISTANCIAS EN EL AIRE modificadas para alinearlas con la NMX-J-597/1-ANCE (tabla G.2).

CONDUCTORES DE ENLACE DE PROTECCIÓN, requisitos y procedimiento de prueba modificados (2.6.3.3, 2.6.3.4).

Resistencias, aislamiento puenteado (1.5.7).

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Señales de llamada, procedimiento de prueba para la "Parte 68" corregido y clarificado (M.3).

Objetivo y campo de aplicación clarificado, esta Norma Mexicana puede utilizarse para:

- conformidad parcial de los subconjuntos de componentes (1.1.1);
- partes electrónicas de otros equipos (1.1.1 nota 2).

Requisitos para **circuitos MBTS** y **circuitos TNV** para la alineación de la separación (2.3.2, 2.3.3, 2.9.4).

Aisladores unipolares, reglas clarificadas (3.4.6).

Impulsos de inicio, requisitos añadidos (2.10.1.7, 2.10.2.1, 2.10.3.5).

Supresores de picos:

- VDR en CIRCUITOS PRIMARIOS, requisitos clarificados (1.5.9);
- Mayor detalle para determinar la tensión de funcionamiento nominal mínima (6.1.2.1).

Clases térmicas del aislamiento, clases 200, 220 y 250 añadidas en línea con la Norma Mexicana NMX-J-640-ANCE (tablas 5D, B.1, B.2, C.1, U.2).

EQUIPO TRANSPORTABLE, requisitos para las aberturas en los GABINETES (4.6.4).

CORRIENTE DE CONTACTO:

- procedimiento de prueba clarificado para equipos con conexiones a la alimentación múltiples (5.1.2, 5.1.7.2);
- requisitos extendidos para EQUIPOS ALIMENTADOS POR TOMA DE CORRIENTE TIPO A (5.1.7.1).

Equipos montados en pared, procedimiento de prueba modificado (4.2.10).

Capacitores X e Y montados en paralelo sobre el aislamiento, aplicaciones clarificadas, alineadas con la Norma Mexicana NMX-I-252/01-NYCE (1.5.6).

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE CC
(Normativo)

EVALUACIÓN DE CIRCUITOS INTEGRADOS (CI) LIMITADORES DE CORRIENTE

CC.1 Circuitos integrados (CI) limitadores de corriente

CI limitadores de corriente (utilizado para la limitación de corriente de la salida de una fuente de alimentación de acuerdo con los requisitos de una fuente de alimentación limitada, véase el inciso 2.5) no están en cortocircuito desde la entrada hasta la salida si cumplen todas las condiciones siguientes:

- **Distancias en el aire** y **líneas de fuga** para **aislamiento reforzado** se proporcionan entre los pines de entrada y salida para la tensión de trabajo pertinente, a excepción de CI limitadores de corriente en **circuitos MBTS**;

- los CI limitadores de corriente limitan la corriente a un valor específico del fabricante (no más de 5 A) en condiciones normales de funcionamiento con cualquier desviación especificada tomada en cuenta;

- los CI limitadores de corriente son totalmente electrónicos y no tienen medios para el funcionamiento manual o de reinicio;

- los CI limitadores de corriente limitan la corriente de acuerdo con la tabla 2B teniendo en cuenta la desviación especificada por el fabricante, en su caso, (un circuito abierto se considera como resultado aceptable) después de cada una de las pruebas de acondicionamiento que se administra en cualquiera de los programas de prueba especificados en los incisos CC.2 o en CC.3. El CI limitador de corriente sólo se somete a uno de los programas de prueba.

NOTA: La fuente de energía para las pruebas debe ser capaz de entregar 250 VA mínimo a menos que el CI limitador de corriente se prueba en el producto final.

CC.2 Programa de prueba 1

El programa de prueba 1 consiste en lo siguiente:

- Se activan 10 000 ciclos de giro y se desactivan con una resistencia de 100 Ω ± 5 Ω y un capacitor de 425 µF ±10 µF en paralelo con la salida;

- Se activan10 000 ciclos de giro y se desactivan con un inductor con núcleo de hierro de 350 mH ± 10 mH de inductancia a 1 kHz y una resistencia de 10 Ω ± 2 Ω de corriente continua conectada en el circuito de salida;

- Se activan 10 000 ciclos de giro y se desactivan con la entrada conectada a un capacitor nominal de 425 µF ± 1 µF y cortocircuitando la salida;

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- Se activan 10 000 ciclos de giro en el perno de entrada y se desactiva con un capacitor nominal de 425 µF ± 10 µF conectado a la alimentación de entrada, mantenerla activa y cortocircuitando de la salida;

- Se activan 10 000 ciclos de giro en el perno de entrada y se desactiva con un inductor con núcleo de hierro de 350 mH ± 10 mH de inductancia a 1 kHz y una resistencia de 10 Ω ± 2 Ω de corriente continua conectada a la alimentación de entrada y de retorno, mantenerla activa y cortocircuitar la salida;

- Se activan 50 ciclos con el perno de habilitación sostenido y la salida en circuito abierto, cada ciclo consiste en cortocircuitar la salida y después abrirla;

- Se activan 50 ciclos con el perno de habilitación sostenido mientras se aplica un cortocircuito a la salida, cada ciclo consiste en cambiar el encendido y apagado;

- Se activan 50 ciclos con el perno de habilitación sostenido mientras la alimentación se aplica, cada ciclo consiste en cortocircuitar la salida, interrumpir la alimentación, volver a aplicar la energía, interrumpir el corto seguido de la interrupción de la alimentación.

CC.3 Programa de prueba 2

El programa de prueba 2 se compone de lo siguiente:

- Se activan 50 ciclos con el perno de habilitación sostenido y la salida en circuito abierto; cada ciclo consiste en poner en cortocircuito la salida y a continuación abrirla;

- Se activan 50 ciclos con el perno de habilitación sostenido, mientras se aplica un corto a la salida; cada ciclo consiste en cambiar el encendido y apagado;

- Se activan 50 ciclos con el perno de habilitación sostenido, la salida de cargada a potencia máxima, cada ciclo consiste en cambiar el encendido y apagado;

- Se activan 50 ciclos con el perno de habilitación sostenido, se aplica la alimentación eléctrica, cada ciclo consiste en cortocircuitar la salida, se interrumpe la alimentación y se vuelve a aplicar, se retira el corto y enseguida se retira la alimentación;

- 3 ciclos de exposición del dispositivo (no energizado) a 70 ºC ± 2 ºC durante 24 h, seguido de por lo menos 1 h en ambiente de la habitación; seguido por lo menos de 3 horas a -30 ºC ± 2 ºC, seguido por 3 h en ambiente de la habitación;

- 10 ciclos de exposición el dispositivo (mientras está energizado) a 50 ºC ± 2 ºC durante 10 min, seguido por 10 min a 0 ºC ± 2 ºC con un periodo de 5 min de la transición de un estado a otro;

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

- 7 días con la salida cortocircuitada y el dispositivo envuelto en una doble capa de gasa. Mantener un golpe rápido al fusible de 5 A en serie con la salida, no debe abrirse y el medidor de corriente no debe mostrar una corriente más baja de 5 A.

APÉNDICE DD
(Normativo)

REQUISITOS PARA LOS MEDIOS DE MONTAJE DE LOS EQUIPOS FIJADOS EN BASTIDOR

DD.1 General

Estos requisitos se aplican a los medios de montaje de un equipo que tenga una masa superior a 7 kg instalados en un bastidor que puede ampliarse para instalación, servicio y similares. Este requisito no se aplica a equipos fijos y suministrados de ~~subconjuntos~~ subensambles o bastidores que tienen una posición de montaje de la parte superior de menos de 1 m de altura desde la superficie de apoyo del equipo.

Para los efectos de estos requisitos, los medios de montaje mecánico de estos equipos se conocen como rieles de deslizamiento. Estos requisitos están diseñados para reducir la posibilidad de lesiones al mantener el equipo en un lugar seguro y no permitir que los rieles se doblen, los medios de fijación para frenado o el equipo para deslizarse más allá del final de los rieles de deslizamiento.

NOTAS:

1) Los rieles de deslizamiento incluyen rieles de apoyo, rieles de fricción u otros medios de fijación equivalente.

2) Las construcciones de partes integradas / unidas a los rieles de deslizamiento (por ejemplo, bandejas extraíbles en copiadoras / impresoras) no se consideran equipos de montaje en bastidor.

Los rieles de deslizamiento tienen topes que impiden que el equipo se deslice fuera de los medios de montaje sin intención.

DD.2 Prueba de resistencia mecánica, variable N

Los rieles de deslizamiento deben ser instalados en un bastidor con el equipo o la instalación equivalente de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Con el equipo en su posición extendida, se aplica una fuerza hacia abajo además del peso del equipo a través del centro de gravedad durante 1 min por medio de un aparato de prueba adecuado que proporciona contacto sobre una superficie circular plana de 30 mm de diámetro . Si al aplicar esta fuerza se daña el equipo, una placa de metal u otros medios para distribuir la fuerza pueden ser colocados bajo el aparato de prueba. La fuerza total se calcula en basándose en la masa del equipos más una masa adicional tal como se determina a continuación.

NOTA: Esta fuerza adicional se tienen en cuenta por otros elementos o dispositivos que pueden ser apilados en la parte superior de los equipos montados en rack, durante la instalación de otros equipos.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Para equipos de carril de deslizamiento, donde los rieles de deslizamiento se montan horizontalmente en cada lado del equipo montado, la fuerza total aplicada a los rieles de deslizamiento será igual al mayor de los dos valores siguientes:

- 150 % de la masa del equipo más 330 N,

- 150 % de la masa del equipo, además de una masa adicional, donde la masa adicional es igual a la masa del equipo o 530 N, lo que sea menor.

Para equipo montado en rieles de deslizamiento donde los carriles de deslizamiento están montados verticalmente en la parte superior y en la parte inferior del equipo en el bastidor, la fuerza total aplicada a los rieles de deslizamiento es 150 % de la masa de los equipos, con una fuerza mínima de 250 N y una fuerza máxima de 530 N.

Si la superficie de soporte está destinada a ser un estante, entonces, la distribución de la fuerza sobre una placa de metal bajo el aparato de prueba no se aplica. El fabricante debe especificar la carga máxima para colocarse en el estante con el fin de determinar la fuerza que se debe aplicar a la misma. Se debe ofrecer un marcado en el estante para indicar el peso máximo que se puede agregar a la plataforma. La prueba de fuerza se lleva a cabo en el 125 % de la carga máxima indicada por el fabricante. La fuerza debe ser aplicada directamente por medio de los aparatos de prueba proporcionando un contacto sobre una superficie plana circular de 30 mm de diámetro.

DD.3 Prueba de resistencia mecánica, 250 N, incluyendo topes externos

El equipo montado en riel de deslizamiento se instala en un bastidor de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se aplica una fuerza de 250 N estática al carril de deslizamiento del equipo montado, en todas las direcciones excepto hacia arriba para incluir la posición más desfavorable del carril de deslizamiento del equipo montado, por un período de 1 min. La fuerza se aplica para el carril de deslizamiento del equipo montado en su posición totalmente extendida (servicio), así como en su posición normalmente empotrada (operativo), por medio de un instrumento de prueba adecuado que proporciona contacto sobre una superficie plana circular de 30 mm de diámetro. La fuerza se aplica con la superficie plana completa del instrumento de prueba en contacto con el equipo. El instrumento de prueba no necesita estar en pleno contacto con superficies irregulares (por ejemplo, superficies onduladas o curvas).

NOTA: Requisitos adicionales para una prueba de fuerza dinámica en los topes finales están bajo consideración.

DD.4 Conformidad

La conformidad se verifica mediante inspección y los datos disponibles del fabricante. Si los datos no son disponibles, entonces se llevan a cabo las pruebas de acuerdo con los incisos DD.2 y DD.3

El equipo y sus rieles de deslizamiento asociados permanecen seguros durante las pruebas. Se lleva a cabo un ciclo completo de desplazamiento de los equipos en los rieles de deslizamiento después del finalización de cada prueba. Si los medios de montaje no son capaces de realizar un ciclo completo sin atascarse, una fuerza de 100 N se aplica horizontalmente al punto central frontal del equipo con la intención de retraer completamente el equipo en el bastidor. El equipo debe retraerse completamente, los

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

medios de montaje no deben doblarse ni torcerse en ninguna extensión que pueda causar una lesión. Los topes deben conservar el equipo en un lugar seguro y no permiten que el equipo se deslice más allá del final de los rieles de deslizamiento.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

APÉNDICE EE
(Normativo)

TRITURADORAS

EE.1 General

Las **trituradoras** deben cumplir además con los requisitos de este apéndice.

EE.2 Marcado e instrucciones

Para las **trituradoras**, deben proporcionarse marcas o símbolos avisando al **usuario** de las siguientes consideraciones junto a la abertura de alimentación para documentos/medios:

- Este equipo no está diseñado para su uso por niños (el producto no es un juguete);
- evite tocar con las manos la abertura de alimentación para documentos/medios;
- evite tocar con la ropa la abertura de alimentación para documentos/medios;
- evite tocar con el pelo la abertura de alimentación para documentos/medios; y
- alejar los productos en aerosol [para equipo que incorpora un motor universal solamente (escobilla)].

Además, el símbolo ⚠ y el símbolo 🕮 (o una combinación de ambos) se marca adyacente a la abertura para alertar al **usuario** de la existencia de instrucciones de operación, mantenimiento y / o reparaciones importantes en las instrucciones de uso que acompañan al producto y los símbolos mencionados deben explicarse en las instrucciones.

El marcado en el equipo debe ser permanente y fácilmente discernible cuando esté listo para su uso.

EE.3 Reactivación involuntaria

Con la **trituradora** sujetada en cualquier posición, se quita cualquier contenedor de residuos, no es posible inhabilitar cualquier **interruptor de seguridad** o interruptor que proporciona protección contra la activación del mecanismo triturador mediante el dedo de prueba de la figura 2A.

La conformidad se verifica mediante inspección y en su caso, de una prueba con el dedo de prueba de la figura 2A.

EE.4 Desconexión de la alimentación de piezas móviles peligrosas

Se proporciona un interruptor de aislamiento en cumplimiento con el inciso 3.4.2 para desconectar la fuente de las piezas móviles peligrosas. Este interruptor puede ser un interruptor de dos posiciones (una sola función) o interruptor de posición múltiple (múltiples funciones) (por ejemplo, un conmutador deslizante). Este interruptor debe encontrarse en

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

donde es de fácil acceso a un **usuario**, cuya parte del cuerpo o de la ropa puede ser atrapado en la abertura de alimentación.

Las posiciones "encendido" y "apagado" de un interruptor de dos posiciones se marcan de conformidad con el inciso 1.7.8.

Para un conmutador de varias posiciones, la posición "apagado" del interruptor debe estar marcado de acuerdo con el inciso 1.7.8 y las otras posiciones se marcan con las palabras o símbolos apropiados. Si se utilizan símbolos, se explican en las instrucciones de uso.

La conformidad se verifica mediante inspección.

EE.5 Protección contra elementos móviles peligrosos

Se impide el contacto con partes móviles peligrosas de la **trituradora**. Una declaración de advertencia no debe utilizarse en lugar de las características de construcción que impiden el acceso a las partes móviles peligrosas.

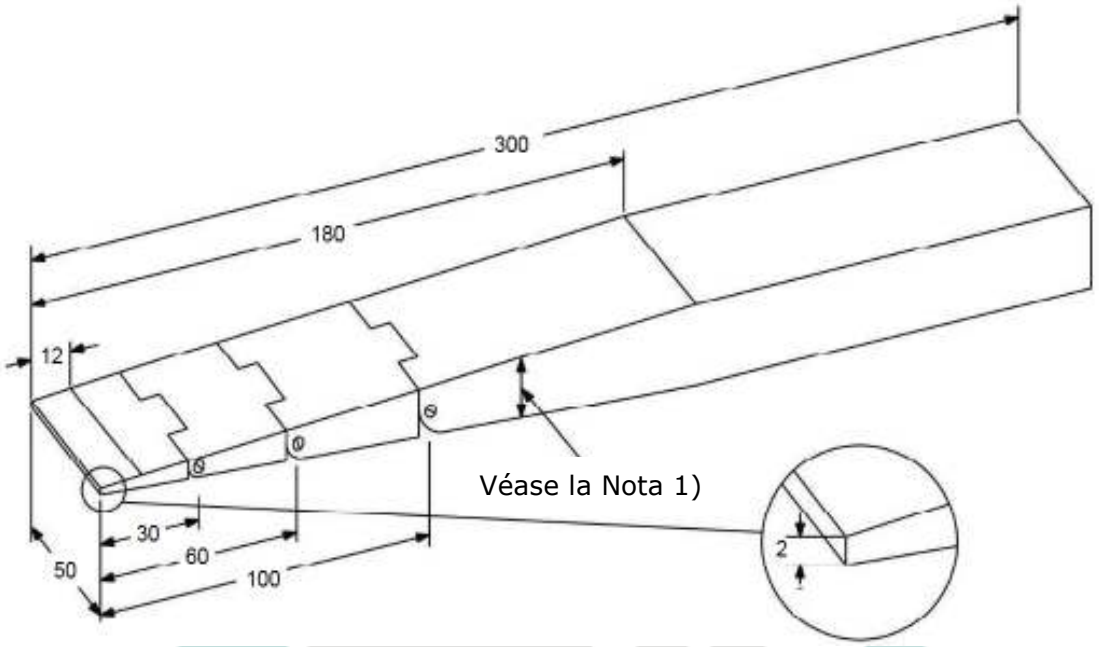
El cumplimiento se verifica por lo siguiente.

Se inserta el dedo de prueba de la figura 2A en cada abertura del gabinete **mecánico**, sin fuerza apreciable. El dedo de prueba no debe ponerse en contacto con las partes móviles peligrosas. Esta consideración se aplica a todos los lados del gabinete **mecánico** cuando la **trituradora** es colocada según lo previsto de acuerdo con las instrucciones de uso del fabricante. En algunos casos, el funcionamiento del equipo puede ser necesario para determinar la accesibilidad (por ejemplo, donde una protección o cubierta sólo se abre después de que se activa la unidad y está lista para su uso) cuando se aplica tanto en el dedo de prueba y la cuña de prueba.

La cuña de prueba que se ilustra en la figura EE.1 y la figura EE.2, se inserta en cada abertura de alimentación en el gabinete **mecánico**. Con la cuña de prueba, se aplica una fuerza en cualquier dirección con respecto a la abertura que no exceda de 45 N para una **trituradora** de corte tipo tira y una fuerza que no exceda de 90 N para una **trituradora** de corte tipo transversal. La masa de la cuña de prueba debe tenerse en cuenta en la fuerza aplicada en general. Antes de la aplicación de la cuña de prueba, se eliminan todas las **gabinetes mecánicos** o dispositivos de seguridad que se pueden quitar sin el uso de una **herramienta**. La cuña de prueba no se pone en contacto con las partes móviles peligrosas, incluidos rodillos / mecanismos de trituración.

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.

Dimensiones en milímetros



NOTAS:

1) El espesor de la sonda varía linealmente, con cambios de pendiente en los siguientes puntos de la sonda:

Distancia de la punta de la sonda, mm.	Grosor Probe, mm
0	2
12	4
180	24

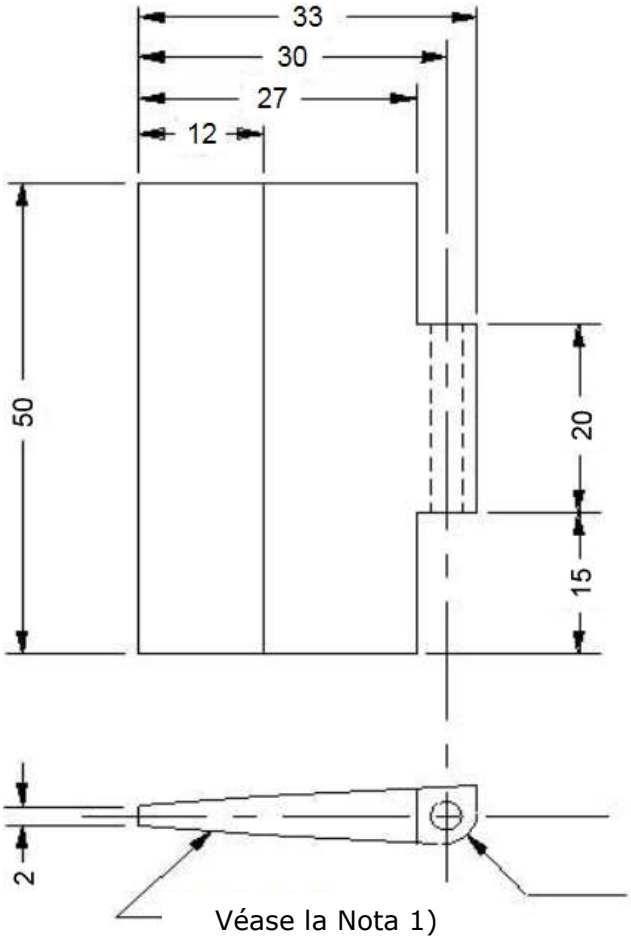
2) Tolerancias en las dimensiones lineales sin tolerancias específicas:

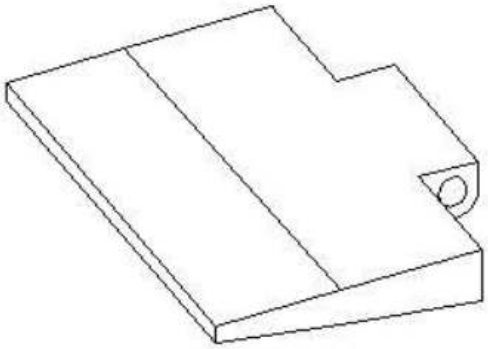
≤ 25 mm ± 0.13 mm;

> 25 mm ± 0.3 mm.

FIGURA EE.1.- Cuña de prueba (Vista general)

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.





Véase la Nota 1)
Para las dimensiones
del grosor

Redondeado para permitir la rotación en torno al pasador de articulación (tornillo) en una dirección.

NOTAS:

1) El espesor de la sonda varía linealmente, con cambios de pendiente en los siguientes puntos de la sonda:

Distancia de la punta de la sonda, mm.	Grosor Probe, mm
1	2
12	4
180	24

2) Tolerancias en las dimensiones lineales sin tolerancias específicas:

≤ 25 mm ± 0.13 mm;

> 25 mm ± 0.3 mm.

FIGURA EE.2.- Cuña de prueba (punta a detalle)

©PROHIBIDA LA COPIA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA NORMA MEXICANA POR CUALQUIER MEDIO, SIN LA AUTORIZACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN NYCE, S.C.